

Національний університет «Запорізька політехніка»

Наукова бібліотека

**«Радіoeлектроніка,
інформатика, управління»**

до 25-ї річниці заснування наукового журналу
«Радіoeлектроніка,
інформатика, управління»

Бібліографічний покажчик

Запоріжжя

2024

Радіоелектроніка, інформатика, управління: до 25-ї річниці заснування наукового журналу «Радіоелектроніка, інформатика, управління» : бібліографічний покажчик / упоряд. О. Ю. Бут, Г. В. Медведева. – Запоріжжя : НБ НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 762 с.

Бібліографічний покажчик відображає бібліографічні описи статей з анотаціями. До видання увійшли бібліографічні описи статей, опублікованих у журналі в 1999–2024 рр. Покажчик містить інформацію про мету, тематику та значення журналу, іменний покажчик авторів праць.

Зміст

Передмова.....	4
Мета, завдання та тематика журналу.....	5
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 1999.....	6
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2000.....	19
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2001.....	32
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2002.....	45
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2003.....	56
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2004.....	69
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2005.....	81
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2006.....	93
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2007.....	104
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2008.....	115
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2009.....	121
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2010.....	132
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2011.....	142
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2012.....	152
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2013.....	163
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2014.....	174
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2015.....	188
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2016.....	212
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2017.....	240
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2018.....	314
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2019.....	385
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2020.....	464
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2021.....	538
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2022.....	598
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2023.....	659
Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2024.....	719
Іменний покажчик.....	739

ПЕРЕДМОВА

Бібліографічний покажчик підготовлено до 25-ї річниці створення наукового журналу «Радіoeлектроніка, інформатика, управління».

Метою покажчика є ознайомлення фахівців у галузі радіoeлектроніки та телекомунікації, математичного та комп'ютерного моделювання, нейроінформатики та інтелектуальних систем, інформаційних технологій та управління у технічних системах з інформацією про публікації вчених та фахівців у цьому науковому виданні.

До покажчика входять наукові статті за період з 1999-2024 рік українською, російською та англійською мовами. Бібліографічні описи розташовані в хронологічному порядку виходу номерів журналу, всередині кожного року – за алфавітом авторів та заголовків. Публікації іноземними мовами представлені наприкінці кожного підрозділу.

Бібліографічний опис надано згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання»,

Мета, завдання та тематика журналу

Науковий журнал «Радіoeлектроніка, інформатика, управління» («РІУ») - це міжнародне академічне рецензоване видання.

У журналі публікуються наукові статті (твори, що докладно висвітлюють визначену тему, ідею, питання й містять елементи їхнього аналізу), а також рецензії (твори, що містять аналіз і аргументовану оцінку авторського оригіналу або видання, що вийшло), які дістають об'єктивного розгляду провідними фахівцями.

Галузі науки: фізико-математичні, технічні науки.

Мета: служіння академічному співтовариству шляхом публікації актуальних статей, отриманих у результаті оригінальних теоретичних і прикладних досліджень у різних напрямках академічної діяльності.

Завдання: нові постановки задач і методи дослідження, а також надання допомоги фахівцям, інженерам, вченим і дослідникам у поширенні інформації про стан справ у сфері тематики журналу.

Тематика: телекомунікації та радіoeлектроніка, програмна інженерія, комп'ютерні науки, комп'ютерна інженерія, інформаційні системи та технології.

Наказом Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. «Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 06 березня 2020 року» журнал включений до переліку наукових фахових видань України в категорії «А» (найвищий рівень), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук і доктора філософії (кандидата наук). Наказом Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015 р. «Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 15 грудня 2015 року» журнал включений до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата фізико-математичних та технічних наук.

Журнал включений до польського Переліку наукових журналів та рецензованих матеріалів міжнародних конференцій з присвоєною кількістю балів (додаток до оголошення Міністра науки та вищої освіти Республіки Польща від 31 липня 2019 р.: № 16981).

Рік заснування: 1999. Періодичність виходу: чотири номери на рік (до 2015 р. - два номери на рік).

Авторські права: Журнал дозволяє авторам мати авторські права без обмежень і зберігати права на видання без обмежень. Журнал дозволяє користувачам читати, завантажувати, копіювати, поширювати, друкувати, шукати, або посилатися на повні тексти своїх статей. Журнал дозволяє повторне використання його вмісту у відповідності з Creative Commons ліцензією CC-BY.

Публічність та метод доступу: вільний доступ онлайн до повнотекстових публікацій.

Головний редактор – Субботін Сергій Олександрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри програмних засобів, Національний університет «Запорізька політехніка», Україна.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 1999

№ 1

1. Белая Н. И. Численное дифференцирование функций, заданных с погрешностью, учитывающее качественную априорную информацию / Н. И. Белая, Н. А. Нечипоренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 49-51.

Предлагается алгоритм сглаживания функции, заданной на сетке с погрешностью, учитывающий такую известную информацию о функции как монотонность и выпуклость, что позволяет вычислять первую производную функции с приемлемой на практике точностью и обеспечивает сходимость производной при стремлении погрешности в значениях функции к нулю.

2. Бодянский Е. В. Современные проблемы управления и подготовка специалистов по компьютерной инженерии и управлению в ХТУРЭ / Е. В. Бодянский, М. Ф. Бондаренко, Г. Ф. Кривуля // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 109-113.

В работе рассмотрены основные направления теории интеллектуальных систем управления - адаптивные системы управления; системы, основанные на знаниях; фаззи-системы на основе нечетких множеств; искусственные нейронные сети. Приведен список литературы по рассматриваемым вопросам, а также учебные дисциплины в подготовке специалистов по компьютерной инженерии и управлению.

3. Бугрова Т. И. Моделирование диаграммообразующей схемы многолучевой антенны квазиоптического типа / Т. И. Бугрова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 5-8.

Рассматривается функционирование и математическое моделирование диаграммообразующей схемы, предназначенной для облучения оптической системы многолучевой антенны линзового или зеркального типа. Исследована роль распределенной связи в каналах и влияние статических фазовращателей в решетке-облучателе на ее диаграмму направленности. Теоретически показано и экспериментально подтверждено, что при правильном выборе параметров устройства можно одновременно обеспечить высокий уровень пересечения соседних лучей, малые потери и хорошую развязку между каналами. Полученные теоретические результаты инвариантны к типу линии передачи, на основе которой построена диаграммообразующая схема.

4. Гостев В. И. Расчет оптимальных цифровых регуляторов систем ЧАП при ступенчатых входных сигналах / В. И. Гостев, В. М. Саленко, А. К. Бондарь // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 113-116.

Изложен метод расчета цифровых регуляторов в системах частотной автоподстройки. Коэффициенты передаточной функции цифрового регулятора находятся в результате решения оптимизационной задачи методом Хука-Дживса с использованием квадратичного критерия качества для заданной аналоговой части системы. Расчет производится с учетом инерционности фильтра дискриминатора. Рассчитанные изложенным методом цифровые регуляторы обеспечивают весьма высокое быстроедействие систем частотной автоподстройки.

5. Гостев В. И. Расчет цифровых регуляторов в двухконтурных системах автоматического управления / В. И. Гостев, А. Е. Чуприн, В. В. Гостев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 117-120.
Рассмотрены двухконтурные системы управления, в которых при помощи использования цифровых регуляторов в основном и дополнительном контурах можно получить желаемый переходный процесс, если одноконтурная система управления с цифровыми регуляторами в замкнутом контуре не может обеспечить удовлетворительных динамических характеристик при заданном объекте управления.
6. Долгов Ю. А. Математические методы выявления резервов производства и повышения качества изделий / Ю. А. Долгов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 51-52.
Изложены результаты многолетней работы по математическому моделированию и комплексной системе управления качеством продукции, позволяющей выявить скрытые резервы производства по результатам обработки многомерной контрольно-измерительной информации, полученной в ходе технологического процесса производства.
7. Дубровин В. И. Офлайн-методы управления качеством / В. И. Дубровин, Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 120-123.
Рассмотрены методы управления качеством, не встроенные в процесс производства. Предложена методика робастного проектирования, позволяющая обеспечить устойчивость изделий и процессов к шумовым воздействиям на основе стоимостного подхода.
8. Житников Ю. З. Метод оценки надёжности сложных систем / Ю. З. Житников, Б. Ю. Житников // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 52-55.
В работе предложен метод оценки надёжности сложных электрических, электромеханических и механических систем с учетом циклограммы работы отдельных блоков.
9. Журавлёв В. Н. Методика измерения параметров низкоскоростных цифровых составных каналов передачи речи / В. Н. Журавлёв, В. Н. Левыкин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 8-11.
Рассматриваются вопросы увеличения информационной эффективности цифровых речевых каналов связи, которые содержат кодеки с компрессированием и адаптацией. Увеличение эффективности заключается в взаимном согласовании характеристик источника передаваемых сообщений и канала связи. Предлагается формировать испытательный сигнал в виде суммы гармонических составляющих, учитывающих реакцию алгоритмов адаптации на амплитудные и спектральные составляющие речевого сигнала.

10. Запорожец О. В. Алгоритм адаптивного управления многомерным динамическим стохастическим объектом на основе многошагового настраиваемого упредителя / О. В. Запорожец, Ж. Н. Полянская // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 124-127.
В статье рассматривается задача адаптивного управления многомерным стохастическим объектом, описываемым уравнением авторегрессии - скользящего среднего. Предлагается алгоритм адаптивного управления на основе настраиваемого многошагового упредителя, являющийся обобщением ряда известных законов управления.
11. Захаров И. С. Конвейерные информационные процессы в многослойных нейронных сетях / И. С. Захаров, В. Н. Лопин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 56-58.
В работе исследуются информационные процессы в иерархических нейронных сетях с известной топологией. Делается попытка интерпретировать конвейерную обработку информации в таких сетях волновыми пакетами. Показывается, что обработка информации в сетях, данной топологии, имеет пространственно-временной характер и отвечает гипотезе о пространственно-временной организации потенциалов головного мозга. Результаты работы могут быть использованы при создании высокопроизводительных систем обработки информации.
12. Карпуков Л. М. Алгоритм расчета тензоров Грина для полосково-щелевых структур в слоистой среде / Л. М. Карпуков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 11-15.
Предложена элементная база и методика моделирования в спектральной области тензоров Грина для полосковых и щелевых волноведущих структур, реализуемых на многослойной подложке. Методика основана на построении декомпозиционной схемы подложки и её анализе методами теории цепей СВЧ.
13. Касьян К. Н. Математическая модель электрических процессов в функциональных преобразователях с учетом обеспечения их диагностируемости / К. Н. Касьян, Н. Н. Касьян // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 16-17.
Предлагается математическая модель электрических процессов в аналоговых функциональных преобразователях, предназначенная для повышения их надежности путем выявления дефектов в виде отклонения электрических параметров и режимов работы комплектующих электрорадиоэлементов за допустимые пределы.
14. Кіку А. Г. Загальний випадок фільтра Калмана / А. Г. Кіку, Т. І. Білоус // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 58-60.
Отримана модель фільтра Калмана для об'єктів, коли порядки операторів лівої і правої частин їхніх диференціальних рівнянь однакові. Фільтр дозволяє визначити оцінки змінних стану будь-яких таких кінцевомірних об'єктів керування в Калманівській постановці. Необхідність таких фільтрів виникає у випадку синтезу оптимального керування згаданими об'єктами, а також квазіоптимального керування об'єктів із чистим запізнюванням, що апроксимуються відомим рядом Пада, у яких порядки операторів лівої і правої частин їхніх диференціальних рівнянь однакові.

15. Кіку А. Г. Розпізнавання образів на основі системного підходу та попередньої обробки інформації / А. Г. Кіку, Т. І. Білоус // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 60-63.

Розглянуто питання синтезу методів виявлення та розпізнавання образів при наявності перешкод високого рівня на основі застосування ідей системного аналізу та цілеспрямованої обробки інформації. Наводиться опис структури дослідницької пошукової системи для синтезу методів виявлення та розпізнавання, побудованої на основі вказаної методології, та її основних блоків. Підхід, що використовується, дозволяє досягти задовільних результатів розв'язання задач розпізнавання при рівнях перешкод, коли існуючі методи, що побудовані на основі класичного підходу, не працюють. Наведений приклад розв'язання подібної задачі виявлення образів.

16. Корольков В. В. Об одном методе хранения очередей в оперативной памяти / В. В. Корольков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 63-65.

В данной статье рассматриваются вопросы организации хранения очередей типа FIFO и предлагается оригинальный метод их хранения, позволяющий сократить непроизводительные расходы, затрачиваемые на обслуживание этого типа очередей.

17. Крищук В. Н. Анализ интервальных моделей при расчете допусков / В. Н. Крищук, Г. Н. Шило // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 66-70.

Для расчета допусков используются интервальные системы линейных алгебраических уравнений (ИСЛАУ). Производится сравнение итерационных методов решения интервальных систем. Рассматриваются различные методы формирования начальных приближений. Исследуется влияние начальных приближений на сходимость алгебраических решений ИСЛАУ.

18. Куваев В. Н. Особенности построения программного обеспечения многозадачных систем управления критичных к режиму реального времени / В. Н. Куваев, И. В. Политов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 71-74.

На примере создания АСУ ТП непрерывного прокатного стана рассмотрены особенности построения программного обеспечения многозадачных систем управления критичных к режиму реального времени.

19. Логачёва Л. М. Расчет поверхностного импеданса в волноводе с нерегулярной стенкой / Л. М. Логачёва, В. П. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 18-20.

Работа посвящена получению выражения поверхностного импеданса в прямоугольном волноводе с нерегулярной узкой стенкой.

20. Малафеева А. А. Концептуальное и математическое моделирование процессов управления в сложных системах / А. А. Малафеева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 127-130.

Предлагается концепция моделирования сложных систем, основанная на использовании аппарата дифференциальной геометрии, алгебр и групп Ли. Такой подход дает возможность исследовать динамику неинтегрируемых систем на основе аналитического расчета траекторий эталонной системы и определения количественной оценки отклонения траекторий реальной системы от траекторий эталонной системы в любой точке фазового пространства.

21. Невлюдов И. Ш. Последовательный выбор лучшего варианта разработки / И. Ш. Невлюдов, В. М. Зубков, В. А. Палагин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 74-80.
Рассматривается адаптивная методика принятия решений в иерархических структурах. Для формирования вычислительной среды используются экспертные оценки. Результаты последующих экспериментов уточняют представления исследователя относительно распределений вероятностей стоимости разработки до апостериорных посредством пересчетов по формуле Байеса. Обсуждается алгоритм и процедура сравнений различных альтернатив. На каждом этапе определяется лучший вариант для следующего шага. Предложены некоторые критерии "усечения ветвей" дерева решений для сокращения объема расчетов.

22. Електромагнітні хвилі на фрактальній межі розділу двох середовищ / В. М. Онуфрієнко, І. В. Лисоконь, П. О. Самолчев, Т. І. Слюсарова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 20-23.
На основі розгляду фрактальних множин точок як моделі меж розділу двох середовищ з різними проникностями вводиться поняття про α -характеристики електромагнітної плоскої хвилі. Одержані вирази для компонент поля подаються через скейлінговий показник, що характеризує сингулярність точок межі. Результати чисельних розрахунків для фрактальних меж порівнюються з класичними, при цьому виявляється новий фізико-геометричний зміст хвильового імпедансу.

23. Пархоменко А. В. Розробка програмного, інформаційного та лінгвістичного забезпечення ідентифікації параметрів моделей елементної бази МЕА / А. В. Пархоменко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 24-26.
Цю роботу присвячено розв'язанню актуальної проблеми -розробці програмного забезпечення для ідентифікації параметрів комплексних моделей елементної бази мікроелектронної апаратури. Програмно-методичний комплекс ідентифікації параметрів моделей було впроваджено в підсистему МАЕС-П, що дозволило підвищити ефективність її програмного забезпечення і точність моделювання взаємопов'язаних електричних та теплових процесів.

24. Петрищев А. А. К выбору нормируемых метрологических характеристик вольтметров действующего напряжения / А. А. Петрищев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 27-30.
Рассмотрена оценка погрешности измерений напряжения по метрологическим характеристикам, нормируемым у электронных вольтметров действующего напряжения. Показано, что для достоверной оценки погрешности при измерениях спектрально насыщенных сигналов необходимо дополнительно нормировать функцию совместного влияния на показания вольтметров частоты повторения, коэффициента амплитуды сигнала и выходного сопротивления объекта измерений.

25. Пиза Д. М. Выбор эффективного метода распознавания растений по коэффициентам спектральной яркости / Д. М. Пиза, С. В. Морщавка, Ю. В. Скоробогатов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 85-88.
В данной статье исследуется возможность использования методов классификации по минимуму расстояния для разделения растений на два класса (культурные и сорные). Обосновывается выбор оптимальной по быстродействию схемы классификатора. Оценивается количество признаков, необходимое для качественного распознавания.

26. Пиза Д. М. Цифровые методы формирования квадратурных составляющих в системах приема и обработки радиолокационных сигналов / Д. М. Пиза, Ю. Л. Мейстер // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 81-84.

Проанализированы алгоритмы формирования квадратурных составляющих с учетом особенностей радиолокационных сигналов. Предложен цифровой алгоритм формирования квадратурных составляющих соответствующих одним и тем же моментам времени. Предложена двухэтажная цифровая фильтрация и децимация, позволяющая реализовать оптимальные алгоритмы без дополнительных аппаратных и временных затрат.

27. Пинчук В. П. Построение оптимального геометрического образа неориентированного графа / В. П. Пинчук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 89-92.

Введено понятие геометрического образа графа в n -мерном евклидовом пространстве (R -представление). Сформулирован критерий оптимальности R -представления графа, на основе понятия функции взаимодействия вершин графа построена соответствующая целевая функция. Предложен алгоритм оптимизации R -представления графа, изучены его свойства. На основе предложенного алгоритма создана программа, позволяющая получать оптимальные 2D и 3D-изображения графа. Показано, что для графов, число вершин которых не превышает 30, получаемые изображения позволяют визуально распознавать их изоморфность и устанавливать различные структурные свойства.

28. Порохня В. М. Реляционная база данных для расчётов за пользование электроэнергией / В. М. Порохня, Ю. В. Головки // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 93-95.

Предложена структура реляционной базы данных предназначенная для ведения учёта расчётов с физическими лицами за пользование электроэнергией. Приводится алгоритм корректировки таблиц в базе данных с учётом изменения или удаления лицевых счетов, сведений об оплате и льготах абонентов, тарифах, показания счётчиков и инспекторских проверках. Применение реляционных баз данных будет способствовать решению проблемы неплатежей бытовых потребителей и во всём энергетическом секторе экономики Украины.

29. Потапенко Е. М. Анализ робастности комбинированных систем управления с использованием леммы Барбалата / Е. М. Потапенко, Е. Е. Потапенко, Е. В. Васильева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 131-136.

Рассмотрен ряд комбинированных систем управления с наблюдателями. Ниже исследуется их робастность по отношению к динамической, параметрической и экзогенной неопределенностям объекта управления, исполнительных органов и чувствительных элементов. Исследование проводится с использованием леммы Барбалата. Выявлены факторы, способствующие повышению робастности систем управления. Дано сравнение различных методов исследования робастности.

30. Смирнов В. С. Аналіз та принципи побудови транзисторних інверторів інваріантних перетворювачів електроенергії / В. С. Смирнов, В. М. Терновий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 31-35.

В роботі розроблений метод аналізу транзисторних інверторів інваріантних перетворювачів електроенергії з трапецієдною формою вихідної напруги.

31. Теленик С. Ф. Интеллектуальные системы и логики высших порядков / С. Ф. Теленик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 96-105.

Рассматриваются проблемы формализации процессов разработки, поддержки и развития интеллектуальных информационно-управляющих систем (МУС) в рамках создания адаптивной технологии реализации указанных процессов. Предлагается формальная система высшего (конечного) порядка, допускающая переопределение новых типов объектов в процессе функционирования системы. Разработана процедура вывода, интегрирующая методы привнесения знаний, аналогий и упорядоченную линейную т-резолюцию. Показана полнота процедуры вывода.

32. Ткачев Э. И. Многокритериальная оптимизация проектирования печатного монтажа / Э. И. Ткачев, С. К. Корниенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 36-40.

Рассматриваются вопросы многокритериальной оптимизации процесса проектирования печатного монтажа. Показывается влияние отдельных этапов проектирования на качество изделия в целом. Производится оценка качественных и количественных характеристик объекта проектирования. Приводится обоснование целевых функций автоматизированного проектирования. Рассматриваются вопросы организации трассировки печатных соединений.

33. Федорченко С. Г. Построение модели по результатам пассивного эксперимента / С. Г. Федорченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 106-108.

В данной статье рассмотрены особенности получения математических моделей по результатам пассивного эксперимента с помощью модифицированного метода случайного баланса. Предложена модификация метода, позволяющая увеличить точность получаемых математических моделей.

34. Флора В. Д. Дослідження режиму зниження напруги однополярного імпульсного регулятора / В. Д. Флора // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 40-41.

Одержані співвідношення для розрахунку середньої напруги й розмаху пульсацій навантажувального струму з урахуванням параметрів джерела й навантаження.

35. Шалумов А. С. Алгоритмы оптимизации конструкций РЭС, подверженных механическим воздействиям / А. С. Шалумов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 1. – С. 42-45.

В работе предложены алгоритмы оптимизации конструкций радиоэлектронных средств при снижении массы в рамках разработанного метода оптимального проектирования конструкций, подверженных механическим воздействиям. Метод отличается новым видом целевой функции, представляющей собой интегральное отклонение механических характеристик от их допустимых значений с учетом случайного характера разброса параметров, и возможностью снижения массы конструкции при обеспечении механических характеристик.

36. Шаповалов В. П. Кластеризация микродефектов в кремнии при термическом окислении / В. П. Шаповалов, В. И. Грядун // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 46-48.

Исследована зависимость поверхностной плотности микродефектов в кремнии на границе раздела фаз Si - SiO₂ от толщины окисла в диапазоне 0,25-0,5 мкм. Показано, что спад рассматриваемой зависимости при температуре 1000 °С на пластинах n-Si с ориентацией поверхности в плоскости (111) обусловлен образованием и ростом кластеров. Предложенная модель позволила рассчитать паритетную толщину оксида кремния для процессов генерации собственных межузельных атомов и вакансий, составившая величину ~ 0,35 мкм. Полученные результаты предлагаются к использованию в электронике для маскирования и защиты поверхности кристаллов кремния.

37. Шушляпин Е. А. Синтез управления переходными процессами в нелинейных системах электропривода / Е. А. Шушляпин, Л. Н. Канов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 1. – С. 136-139.

Предложены алгоритмы расчета управлений переходными процессами при включении и отключении электродвигателей постоянного тока последовательного и параллельного возбуждения. Алгоритмы построены на основе нового подхода, использующего представление систем моделями конечного состояния.

№ 2

38. Бугрова Т. И. Возбуждение решеток диэлектрических щелевых волноводов плоской поверхностной Н1 - волной диэлектрической пластины / Т. И. Бугрова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 4-8.

Поставлена и решена методом Винера-Хопфа задача дифракции плоской поверхностной Н1 - волны плоской диэлектрической пластины на полубесконечной решетке узких металлических лент. Получены выражения для элементов матрицы рассеяния решетки. В результате предположения узости лент решетки удалось избежать векторной постановки задачи и получить простые выражения для коэффициентов отражения и прохождения в решетку, а также для их модулей при одноволновом режиме работы. Данные выражения можно использовать при исследовании согласования интегральных решеток, а также для их проектирования при построении многолучевых антенн, диаграммообразующих схем и просто излучателей на основе таких решеток.

39. Василега Н. М. Восстановление данных в информационных системах / Н. М. Василега, В. Н. Кришук, А. В. Неласая // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 51-55.

В статье рассматриваются способы восстановления утраченных или поврежденных данных. Анализируются как общие проблемы, характерные для восстановления файлов всех типов, так и касающиеся файлов DBF-структуры.

40. Выхованец В. С. Обобщенные полиномиальные формы / В. С. Выхованец // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 55-59.

Показано, что обработка многозначных данных может быть реализована путем вычисления логической функции, представленной в обобщенной полиномиальной форме. Изложена обобщенная методика синтеза полиномиальных форм, осуществляемая в расширенном базисе операций и при смешанной значности переменных. Предлагается использование мультипликативных форм, позволяющих повысить эффективность логических вычислений на вычислительных средствах с двоичным кодированием данных.

41. Герасин С. Н. Приведение распределения неоднородной марковской системы к заданным значениям при помощи возмущения ее параметров / С. Н. Герасин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 59-63.
Сформулированы и доказаны условия, при которых неоднородная марковская система может быть приведена к заранее заданному распределению за сколь угодно малое время. Отдельно рассмотрен случай, когда вероятности состояний могут быть приведены в малую окрестность фиксированного распределения. Приведены иллюстративные примеры.

42. Гостев В. И. Типовые дискретные случайные процессы для радиотехнических систем автоматического управления с цифровыми регуляторами / В. И. Гостев, А. А. Баранов, А. П. Хорев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 107-109.
Для радиотехнических систем с устройством сравнения типа дискриминатора и цифровым регулятором определены корреляционные функции и спектральные плотности типовых дискретных случайных процессов на входе замкнутого контура системы.

43. Демиденко Д. С. Управление качеством: классификация затрат / Д. С. Демиденко, Т. И. Леонова, О. В. Балашов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 63-64.
В статье представлены принципы классификации затрат на качество. Рассматривается новая статья затрат на качество - сопутствующие затраты. Также в статье представлены составляющие инвестиций в качество.

44. Дружинин В. А. Использование сетей Петри для моделирования технологических процессов / В. А. Дружинин, Т. Д. Бордя // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 65-72.
Приводятся практические рекомендации построения правильных сетей на примерах реальных производственных процессов. Предлагается способ представления режимных особенностей в виде совокупности трех графов.

45. Дубровин В. И. Построение адаптивных систем классификации на основе нейронных сетей с латеральным торможением / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 110-114.
Рассмотрено решение задачи классификации на основе нейронных сетей с латеральным торможением. Реализованы методы обучения карт признаков самоорганизации Кохонена. Рассмотрены вопросы использования априорной информации о значимости признаков. Сделан анализ применимости рассмотренных моделей. Результаты работы могут быть использованы при построении адаптивных систем диагностики.

46. Информационные технологии в кардиобиомеханике / В. И. Дубровин, В. И. Кривенко, Л. Ю. Дейнега, Р. С. Сикорский, И. В. Чекулаева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 72-77.
Рассматривается реализация нелинейной математической модели левого желудочка сердца с использованием классов языка C++. Описан программный комплекс, позволяющий моделировать работу левого желудочка в физиологических и патофизиологических условиях.

47. Карпуков Л. М. Алгоритм квазистатического анализа многослойных полосковых структур с учетом конечных размеров диэлектрических пластин / Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 8-12.
Рассмотрены методы, составляющие основу квазистатического анализа многопроводных и многослойных полосковых структур на подложке из диэлектрических пластин с конечными размерами. Предложен простой и универсальный метод моделирования функций Грина исследуемых структур с использованием декомпозиционных схем. Для решения систем уравнений большой размерности, возникающих при алгебраизации используемого в работе интегрального уравнения, разработан итерационный алгоритм с высокой скоростью сходимости.
48. Касьян Н. Н. Метод автоматизированного диагностирования электрорадиоэлементов аналоговых функциональных преобразователей / Н. Н. Касьян, К. Н. Касьян // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 13-16.
Предлагается метод диагностирования, позволяющий выявлять дефекты аналоговых функциональных преобразователей в виде отклонений электрических параметров и режимов работы комплектующих электрорадиоэлементов за допустимые пределы.
49. Костенко В. Л. Оптимизация параметров генераторов для частотных датчиков по критерию неустойчивости начальной частоты / В. Л. Костенко, Н. А. Омельчук, В. В. Семёнов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 16-22.
В статье проведён анализ неустойчивости частоты автогенераторов, предназначенных для частотных датчиков произведена оптимизация параметров элементов частотно зависимых цепей и даны рекомендации по их выбору.
50. Краснов М. В. Использование компьютерного трехмерного моделирования при разработке робототехнических систем / М. В. Краснов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 77-80.
В статье рассмотрен опыт разработки CAD-системы для моделирования робототехнических систем, раскрываются технические вопросы использования графической библиотеки OpenGL в среде Delphi.
51. Лаврентьев В. Н. Метод формирования полосы режекции скоростной характеристики радиолокационной системы селекции движущихся целей / В. Н. Лаврентьев, Д. М. Пиза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 22-26.
Предложен метод формирования полосы режекции скоростной характеристики системы селекции движущихся целей. Метод позволяет сформировать полосу режекции, ширина которой в области доплеровских частот превышает половину частоты повторения зондирующих импульсов радиолокационной станции. Эффективность метода подтверждена результатами полунатурного моделирования с использованием зарегистрированных реальных радиолокационных сигналов.

52. Лавров А. А. Обучение и двухуровневая нечеткая оптимизация в разработке компьютерно-интегрированных систем / А. А. Лавров, О. И. Лисовиченко, Л. С. Ямпольский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 114-120.

Данная статья рассматривает повышение эффективности решения задач смешанной нелинейной целочисленной оптимизации, которые возникают при разработке компьютерно-интегрированных систем, с позиций: (1) трактование этого как, в свою очередь, снова задачи такого же типа, (2) использование комбинированных способов, которые базируются на нейронных сетях и/или нечетком представлении для управления поиском в смешанном (непрерывном/дискретном/ комбинированном) пространстве управляемых переменных (в прикладной задаче) и значений параметров самих поисковых процедур (в задаче второго уровня).

Рассматриваются две стадии. На первой выполняется поиск (второго уровня) в пространстве параметров оптимизационных процедур, и собранная при этом информация используется для построения опорной поверхности, которая, в свою очередь, используется для выбора эффективных значений параметров на стадии решения прикладных задач разработки систем.

53. Логачева Л. М. Постоянная распространения в прямоугольном волноводе, с боковыми стенками в виде конфокальных эллипсов / Л. М. Логачева, В. П. Бондарев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 26-31.

Предлагается анализ нерегулярного прямоугольного волновода, который образован конфокальными эллипсами. Продольная ось волновода изогнута в плоскости E. Анализ представляется с использованием системы координат "эллиптический цилиндр", а также аппарата функций Маттье.

54. Лопин В. Н. Анализ характеристик обучения в многослойных нейронных сетях / В. Н. Лопин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 81-83.

Введены и исследованы количественные характеристики процесса обучения в многослойных нейронных сетях методом компьютерного моделирования. Целью проведенного исследования являлось установление зависимости качества обучения нейронных сетей от элементной избыточности сети, пороговых свойств базисных элементов, интенсивности процесса обучения. Полученные результаты позволяют устанавливать взаимосвязь характеристик обучения и топологии сети. Предпринята попытка объяснения высокой надежности реальных нейронных сетей наличием структурной избыточности и способностью их переобучения.

55. Никонова З. А. Аналогия между системами живых организмов и закономерностями работы технических устройств СВЧ диапазона / З. А. Никонова, О. Ю. Небеснюк, Е. В. Друзева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 31-33.

Принципы построения многоустойчивой логической схемы на СВЧ микроэлектронных структурах, моделирующей КВЧ управляющую систему живых клеток.

56. Онуфрієнко В. М. Деформація електричного поля циліндричним тілом з фрактальними властивостями поверхні / В. М. Онуфрієнко, П. О. Самолчев, Т. І. Слюсарова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 33-37.

Представлены результаты проектирования электростатических полей для дифференциальных моделей цилиндрического проводника и диэлектрического цилиндра. Исследование базируется на фрактальных представлениях о структуре поверхности и распределении диэлектрической проницаемости. Полученные α -характеристики электрического поля описывают деформацию однородного поля вблизи фрактальной цилиндрической поверхности. Для 0-характеристик результаты численных расчетов совпадают с классическими данными.

57. Переверзев А. В. Универсальная макромодель статического индукционного транзистора / А. В. Переверзев, О. В. Василенко, Д. А. Кудерко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 37-43.

Предложена и описана универсальная макромодель статического индукционного транзистора СИТ, предназначенная для моделирования силовых устройств с СИТ. Основу составляет уравнение, приближенно описывающее ВАХ СИТ в полевом и биполярном режимах, полученное путем кусочно-линейной аппроксимации реальных ВАХ. Разработка и обоснование модели выполнено сравнением с результатами двумерного моделирования СИТ и экспериментальными характеристиками. Даны описания параметров модели и способы их определения.

Поздняков О. А. Интеграция системы автоматизированного проектирования с системой управления предприятием / О. А. Поздняков, А. В. Пархоменко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. С. 84-86.

В статье приведены результаты исследований по интеграции системы автоматизированного проектирования CAD-MEN с системой R/3 с целью управления данными и документами.

58. Сгадов С. А. Математическая модель отклонения от равновесия в протяженной химической системе / С. А. Сгадов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 87-89.

В данной статье автором предлагается способ описания стационарного состояния протяженного химического реактора, включающего взаимодействующий с поверхностью образца активный газ, при помощи методов термодинамики. Для этого реактор разбивается на элементарные ячейки, внутри которых термодинамические параметры можно считать однородными. Отклонение от равновесия в каждой из этих ячеек учитывается специальными поправками к химическим потенциалу индивидуальных веществ.

59. Сгадов С. А. Метод численного решения некоторого класса систем экспоненциальных уравнений с ограничениями для неизвестных в виде неравенств / С. А. Сгадов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 89-92.

Автором приводится метод численного решения систем уравнений, содержащих линейную комбинацию экспонент, которые возникают при расчете равновесного состава химической системы, при наличии ограничений на некоторые переменные для учета правила фаз Гиббса. Предлагается свести задачу решения уравнений к поиску минимума кусочно-непрерывного негладкого функционала, составленного из правых частей равенств, что позволяет расширить область сходимости. Предлагается способ выбора начального приближения.

60. Симаков А. Л. Условия реализации пассивных методов управления ориентацией деталей при автоматизированной сборке / А. Л. Симаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 120-123.
В работе найдены условия реализации и границы применимости методов управления ориентацией собираемых деталей при автоматизированной сборке, основанных на применении пассивных адаптивных устройств. Условия определяют ограничения на структуру и значения параметров основных элементов пассивной системы управления ориентацией соединяемых деталей.
61. Сніжної Г. В. Автоматизована установка для дослідження релаксаційних процесів і вольт-амперних характеристик у діелектриках і напівпровідниках / Г. В. Сніжної, А. В. Кондратьєв // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 44-45.
Запропоновано автоматизовану установку для дослідження релаксаційних процесів і ВАХ у діелектриках і напівпровідниках на базі персонального комп'ютера з операційною системою Windows 95, оснащеного інтерфейсом зв'язку з приладом ЦУВП (цифровий універсальний вимірювальний прилад) і блоком живлення Б5-43. Розроблено програмне забезпечення для зміни умов експерименту, реєстрації й опрацювання даних.
62. Томашевский А. В. Влияние параметров МОП-структуры на крутизну высокочастотной вольт-фарадной характеристики / А. В. Томашевский, Г. В. Снежной, К. А. Чернявский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 45-47.
В статье представлена модель описывающая влияние параметров МОП-структуры на крутизну вольт-фарадной характеристики. Результаты работы используются при проектировании полупроводниковых приборов.
63. Федорченко С. Г. Проверка адекватности модели / С. Г. Федорченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 92-95.
Рассмотрены способы проверки адекватности модели в случае невыполнения ряда требований классического регрессионного анализа. Проведен сравнительный анализ предлагаемых методов, предложены способы увеличения точности некоторых из них.
64. Флора В. Д. Дослідження двополярних імпульсних регуляторів / В. Д. Флора // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 48-50.
Користуючись методом енергетичного балансу, визначені достатньо прості формули для середніх напруг і пульсацій струму навантаження з урахуванням параметрів джерел у регуляторах з імпульсами двох полярностей, що живляться від одного або двох джерел і працюють у сталому режимі.
65. Худолий Д. А. Модель динамического управления использованием энергетического ресурса элементов сети радиосвязи / Д. А. Худолий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 1999. – № 2. – С. 123-125.
Предложена математическая модель динамического управления использованием энергетического ресурса элементов сети радиосвязи, обеспечивающая значительное увеличение надежности связи в каждой радиолинии.

66. Цуканов А. В. Критерии скользящего контроля в задаче структурной идентификации гетероскедастической модели объекта управления / А. В. Цуканов, Д. В. Филатова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 126-129.

Рассматривается проблема структурной идентификации гетероскедастической модели объекта управления оптимальной сложности. Для решения проблемы предлагается использовать критерий скользящего контроля. Для изучения свойств критерия выполняется имитационное моделирование методом Монте-Карло.

67. Цыганков В. Д. Виртуальный нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" как информационный лазер / В. Д. Цыганков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 95-98.

Рассмотрены вопросы применения нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" к созданию нейрокомпьютерных информационных лазеров. Дано определение формального лазера. Приведена блок-схема информационного лазера.

68. Цыганков В. Д. Нейрокомпьютерная ORCH OR-схема сознания / В. Д. Цыганков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 98-103.

Описана общность модели сознания Хамероффа-Пенроуза и квантовых когерентных процессов в виртуальном нейрокомпьютере "Эмбрион", что позволяет глубже понять интимную природу феномена сознания.

69. Шушляпин Е. А. Модели конечного состояния для непрерывно-дискретных систем / Е. А. Шушляпин, Л. Н. Канов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – С. 129-132.

Получена модель конечного состояния для непрерывно-дискретных систем. Модель конечного состояния определяется через переменные, отображающие в каждый момент времени прогноз неуправляемого конечного состояния. Приведен пример синтеза терминального управления с использованием модели конечного состояния.

70. Otto P. Fuzzy based time series forecasting of electric load / P. Otto, T. Schunk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 1999. – № 2. – Р. 104-107.

The paper presents a new method for the forecast of time series. This method requires no model of the signal process. It is based on an arrangement of the current situation with situations from the past. With the aid of a fuzzy-processing algorithm, the forecast values are determined from this arrangement. The effectiveness is shown at an example for electric load forecast of a power distribution company.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2000

№ 1

71. Архипов А. Е. Принцип варьирования данных в прикладных задачах идентификации / А. Е. Архипов, С. А. Архипова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 56-60.

Рассмотрен подход к решению ряда проблемных вопросов структурно-параметрической идентификации в условиях минимума априорной информации о свойствах исходных данных путем генерации однородных с имеющимся набором псевдоданных. получаемое на них множество псевдорешений позволяет радикально восполнить и использовать недостающую информацию для практического решения задачи.

72. Базылев Б. Ю. Анализ энергетики современных систем электропитания на основе управляемых вентильных преобразователей / Б. Ю. Базылев, Е. Р. Саенко, А. Д. Шамровский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 132-135.
В работе составляется и анализируется нелинейный вариант двухсекторной динамической модели Леонтьева. Для этого рассматриваются уточненные формы производственных коэффициентов. При проведении анализа, в частности, используются численные методы. По результатам анализа делаются выводы о влиянии значений коэффициентов на устойчивость экономической системы, описываемой моделью. Делается вывод о возможности применения теории катастроф к исследованию данной модели.
73. Беліков С. Б. Запорізькому державному технічному університету - 100 років / С. Б. Беліков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 4-5.
74. Бодянский Е. В. Прогнозирующая нейронная сеть и алгоритмы ее обучения / Е. В. Бодянский, С. В. Попов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 60-64.
Предлагается подход к решению задач прогнозирования и раннего обнаружения изменения свойств нестационарных стохастических последовательностей, описываемых нелинейными разностными уравнениями авторегрессии - скользящего среднего (NARMA-модели). Предполагается, что прогнозируемая последовательность является нестационарной в широком смысле, причем изменения структуры, свидетельствующие о возникшей разладке, происходят в заранее неизвестные моменты времени. Предлагается архитектура рекуррентной искусственной нейронной сети и новые алгоритмы ее обучения, позволяющие с высокой точностью и быстродействием получать прогнозы контролируемого сигнала и обнаруживать моменты изменения его свойств.
75. Бутвін Б. Л. Метод чисельної побудови аналітичних моделей складних радіоелектронних систем на основі багатокритеріального структурного синтезу / Б. Л. Бутвін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 6-9.
Розглядаються шляхи та результати вирішення задачі побудови аналітичних моделей складних радіоелектронних систем із використанням багатокритеріального підходу щодо оцінки адекватності експериментальних та розрахункових даних.
76. Вершина А. И. Определение функций чувствительности в статике / А. И. Вершина, Л. В. Кузьмина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 9-12.
Рассматриваются пути повышения эффективности определения функций чувствительности при моделировании радиоэлектронных схем в статике. Учет закономерностей, которые имеют место в описывающих их уравнениях, позволяют предложить новые алгоритмы решения этой задачи.

77. Горбань А. Н. Локальное осаждение плёнок в технологии изготовления ИС / А. Н. Горбань, В. В. Кравчина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 12-16.

Электрическое смещение, режим и конструкция установки (подбираются таким образом, что происходит селективное плазмохимическое травление кремния и осаждение продуктов травления в области над $\text{SiC}>2$. Последующее их плазмохимическое взаимодействие с кислородом приводит к образованию локального плазмохимического SiC_2 на термическом, окисле кремния. Исследования структуры локальных плёнок SiC_2 показали, что полученные плазменные плёнки имеют поликристаллическую структуру из монокристаллов α -квисталита и α кварца.

78. Горбачев М. Н. Анализ энергетики современных систем электропитания на основе управляемых вентильных преобразователей / М. Н. Горбачев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 136-139.

Разработан и изложен обобщенный метод анализа энергетики специальных режимов работы современных вторичных систем электропитания на основе вентильных преобразователей и, в частности, управляемых выпрямителей (УВ). На основе этого метода найдены параметризованные уравнения для инженерных расчетов ортогональных составляющих полной мощности на входе стабилизированных УВ.

79. Гостев В. И. Оптимизация передаточных функций цифровых регуляторов систем ФАП при произвольных входных воздействиях / В. И. Гостев, А. П. Хорев, О. А. Побийпеч // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 16-18.

Изложен метод расчета коэффициентов передаточной функции цифровых регуляторов в системах фазовой автоподстройки (ФАП). Расчет производится с учетом инерционности фильтра дискриминатора. Коэффициенты передаточной функции цифрового регулятора находятся в результате решения оптимизационной задачи методом Хука-Дживса с использованием квадратичного критерия качества для заданной аналоговой части системы.

80. Деев С. Г. Энергосберегающее управление двигателем постоянного тока / С. Г. Деев, В. И. Левыкина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 139-142.

В работе рассмотрены вопросы энергосберегающего управления двигателем постоянного тока при одновременном управлении по цепям якоря и возбуждения.

81. Долгов А. Ю. Метод повышения эффективности граничного выборочного контроля / А. Ю. Долгов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 1 (3). – С. 64-66.

Предлагается метод повышения эффективности прогнозирования (оценок) величины брака в принятых пластинах при граничном выборочном контроле качества кристаллов интегральных микросхем.

82. Дорогов А. Ю. Анализ параметрической пластичности многослойных нейронных сетей / А. Ю. Дорогов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 66-71.

В статье рассматриваются многослойные нейронные сети прямого распространения. Пластичность нейронной сети оценивается числом степеней свободы нелинейного оператора. Вводится понятие структурной модели сети, как ориентированного графа, для которого определены весовые функции вершин и дуг. На основе структурной модели получены аналитические выражения для расчета числа степеней свободы. Приведены примеры расчета степени пластичности для двухслойных нейронных сетей.

83. Дорошенко Ю. Н. Система управления качеством промышленного предприятия / Ю. Н. Дорошенко, В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 142-148.

Рассмотрены принципы построения системы управления качеством. Исследованы функциональные особенности системы управления качеством на примере модуля Quality Management интегрированной системы управления предприятием.

84. Дубровин В. И. Эвристический алгоритм классификации и его нейросетевая интерпретация / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 72-76.

Реализован эвристический алгоритм многомерной классификации по признакам, основанный на объединении результатов одномерной классификации с учетом значимости признаков, а также дана его нейросетевая интерпретация. Проведены эксперименты по сравнению различных модификаций данного алгоритма на примере решения практических задач.

85. Дубровин В. И. Проектирование качества: допусковый анализ / В. И. Дубровин, Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 149-152.

Предложен метод решения задачи синтеза точности при проектировании с использованием дисперсионного анализа и стоимостного анализа, основанного на применении функции потерь.

86. Зиновьев А. Ю. Визуализация произвольных данных методом упругих карт / А. Ю. Зиновьев, А. А. Питенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 76-85.

Описывается технология визуализации произвольных данных. Рассматривается представление данных и алгоритм построения упругой карты, моделирующей данные. Предложены различные способы проектирования многомерных данных на двумерную сетку. Продемонстрировано применение методов визуализации произвольных данных на примере картографирования экономических таблиц.

87. Карпуков Л. М. Алгоритм квазистатического моделирования полосковых структур в многослойной анизотропной среде / Л. М. Карпуков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 18-23.

Предложена элементная база для построения декомпозиционных схем, моделирующих структуру многослойных анизотропных подложек в задачах квазистатического анализа полосковых линий передачи. Разработан метод расчёта функций Грина по декомпозиционным схемам исследуемых структур. Приведены примеры анализа полосковых линий передачи с учётом анизотропных свойств многослойных подложек.

88. Касьян К. Н. Оценка достоверности допускового контроля / К. Н. Касьян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 24-26.
Рассматриваются оценки качества определения технического состояния объекта посредством допускового контроля с использованием методов теории вероятности и математической статистики.

89. Касьян Н. Н. Проверка диагностируемости схемы путем определения ранга тестовой матрицы / Н. Н. Касьян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 26-29.
Предлагается в качестве меры тестируемости аналоговых схем на этапе их проектирования использовать ранг тестовой матрицы цепи, составленной для постоянного тока, временной и частотной областей с целью выбора контрольных точек и обеспечения диагностируемости схемы.

90. Кофанов Ю. Н. Метод синтеза тепловых и механических моделей радиоэлектронных средств при помощи экспертной системы / Ю. Н. Кофанов, А. В. Сарафанов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 29-30.
Рассматривается метод формирования моделей РЭС на основе экспертной системы, осуществляющей формирование карты с управляющей информацией, используемой подсистемами проектирования РЭС.

91. Крищук В. П. Многоступенчатые интервалы при расчете эксплуатационных допусков / В. П. Крищук, Г. Н. Шило, Н. П. Гапоненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 85-89.
Рассмотрена трехуровневая модель формирования допусков при производстве и эксплуатации электронных аппаратов. Используются эквивалентные параметры многоэлементных моделей. Получены условия компенсации внешних воздействий в многоэлементных моделях.

92. Куренный Э. Г. Унифицированный метод расчета характеристик реакции объекта на случайные воздействия малой интенсивности / Э. Г. Куренный, Ю. И. Чепкасов, Л. В. Черникова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 152-156.
Рассматривается задача определения реакций при воздействиях случайных помех на объекты. Линеаризацию предлагается осуществлять методом параметрической идентификации. Для расчета характеристик искомой реакции система представляется в виде параллельно включенных инерционных звеньев. Эффективность методов иллюстрируется на примере оценки влияния изменений напряжения, подаваемого на синхронный электродвигатель.

93. Литвинов Е. Н. Синтез структурированных моделей многосвязных систем / Е. Н. Литвинов, А. С. Лихоузов, Т. А. Лихоузова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2000. – № 1 (3). – С. 89-93.
Работа касается проблемы идентификации многосвязных систем. Разработан алгоритм построения структурированной модели многосвязной системы на основе адаптации известных алгоритмов структурной идентификации систем. Для оценки качества моделей используется информационный критерий.

94. Лозинський А. О. Формування керуючих впливів електромеханічних систем на основі принципів нечіткої логіки / А. О. Лозинський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 156-161.

У статті розглянуто принципи формування керуючих впливів на основі правил нечіткої логіки, описані можливі підходи для синтезу відповідних регуляторів та проведено їх порівняння з існуючими методами керування електромеханічними системами.

95. Лопин В. Н. Настраиваемые логические сети на нейроподобных элементах / В. Н. Лопин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 93-96.

Предложен метод синтеза настраиваемых логических сетей на нейроподобных элементах - формальных нейронах. Рассматриваемые сети используют однородную структурную организацию и механизм обработки информации, присущие отдельному базисному элементу. Показывается, что наследование сетью свойств формального нейрона существенно упрощает управление сетью с помощью вектора настройки сети и определяет способ повышения ее надежности. Элементная однородность и структура связей базисных элементов сетей отвечают требованиям микроэлектронной реализации.

96. Онищенко С. А. Использование Java-технологий в интернет-приложениях / С. А. Онищенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 96-101.

Рассматриваются Java-технологии как инструмент для создания и поддержания Интернет-проектов. Основное внимание уделяется использованию Java в серверной части программных продуктов. Приведен пример создания Интернет-представительства на основе Java-сервера JServ.

97. Онуфриенко В. М. Расчет коэффициента затухания в направляющих системах с фрактальными свойствами границ / В. М. Онуфриенко, П. А. Самолчев, Т. И. Слюсарова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 31-35.

Представлены результаты дифференциального моделирования потерь в направляющих системах с фрактальными свойствами. Исследование базируется на фрактальных представлениях о структуре поверхности направляющей системы. Полученная модель расчета потерь в направляющих системах позволяет описать с использованием α -характеристик любую заданную степень фрактальности поверхности. Для 0-характеристик результаты совпадают с классическими данными.

98. Пархоменко А. В. Автоматизація процесу теплового проектування мікроелектронних пристроїв за допомогою програми Circuit Maker 6 PRO / А. В. Пархоменко, Н. А. Коноваленко, Л. В. Поставець // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 35-38.

В цій роботі представлені результати теплового моделювання інтегральної мікросхеми з використанням програми Circuit Maker 6 PRO. Запропонований підхід забезпечує необхідну точність моделювання.

99. Подход к моделированию элементов магистрального газопровода на основе искусственных нейронных сетей / С. А. Терехов, Т. А. Мухамадиева, Н. Н. Федорова, Е. В. Диянкова, С. А. Диянкова, А. В. Квичанский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 116-122.

Предложен подход к построению нейросетевой имитационной модели газоперекачивающего агрегата. Методика иллюстрируется на примере многопараметрической системы, обладающей внутренней нелинейностью и временной инерцией отклика.

100. Потапенко Е. М. Робастное управление электроприводом с вентильным двигателем / Е. М. Потапенко, Д. В. Корельский, Е. В. Васильева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 161-166.

Статья посвящена исследованию проблемы точного управления синхронным двигателем (СД) с учётом неопределённостей физических параметров машины и привода в целом. Предлагаемые робастные алгоритмы обеспечивают высокое качество управления СД с постоянными магнитами, что подтверждается анализом цифрового моделирования.

101. Сенашова М. Ю. Быстрое дифференцирование сложных функций многих переменных / М. Ю. Сенашова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 101-106.

Описаны графы вычисления сложных функций многих переменных, изложен принцип двойственности для вычисления градиента сложной функции и градиента от функционалов градиента, выделен класс таких функций, для которых вычисление градиента наиболее просто (он включает нейронные сети, но не только - существуют экстремально простые схемы более общего вида).

102. Сердюк С. Н. Анализ и синтез систем поддержки принятия решений / С. Н. Сердюк, А. А. Поздняков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 106-111.

Рассмотрены проблемы управления информацией в современных организациях. Анализируются различные классы информационных систем и технологии их построения, призванные решить выявленные проблемы и обеспечить поддержку принятия решения управленцами всех уровней. Описан подход к синтезу системы поддержки принятия решений для бизнес-процессов организации, реализованный на базе OLAP-технологии.

103. Сокирук В. В. Розробка та дослідження системи ідентифікації користувача на основі нейронної мережі / В. В. Сокирук, Є. В. Яремчук, В. І. Месюра // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 112-116.

Запропоновано оригінальний підхід до вирішення задачі ідентифікації в системах захисту інформації, які використовують в якості об'єкта ідентифікації пароль користувача. Цей підхід базується на використанні алгоритму навчання нейронної мережі в якості хеш-функції, яка перетворює пароль користувача в вектор вагових коефіцієнтів мережі. Показано високу стійкість запропонованої системи до відомих атак на односторонність та на колізії.

104. Флора В. Д. Інформатика врахування параметрів елементів схеми в режимі підвищення напруги імпульсного регулятора / В. Д. Флора // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 38-41.

Запропоновано врахування параметрів джерела та елементів схеми імпульсного регулятора в режимі підвищення напруги методом енергетичного балансу.

105. Цыганков В. Д. Нейрокомпьютер "Эмбрион" как генератор и преобразователь смыслов в вероятностной модели личности / В. Д. Цыганков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 123-131.
Раскрыта сущность взаимоотношений моделей сознания и физической реальности Налимова и Цыганкова на основе нейрокомпьютера "Эмбрион".
106. Шушляпин Е. А. Терминальное управление системами с дифференциально-алгебраическими ограничениями методом конечных состояний / Е. А. Шушляпин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – С. 166-172.
Предложен метод терминального управления системами, представленными совокупностями нелинейных дифференциальных уравнений с гладкими правыми частями и алгебраических уравнений. Метод основан на применении промежуточного описания в виде моделей конечного состояния. Модель конечного состояния строится на основе переменных, отображающих в каждый момент времени прогноз конечного состояния системы в предположении, что от текущего до конечного моментов времени управляющие воздействия отсутствуют. Приведен практический пример из гидромеханики.
107. Gorban A. N. Neuroinformatics: what are us, where are we going, how to measure our way? / A. N. Gorban // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – Р. 42-47.
A method of modeling data with gaps by a sequence of curves has been developed. It is a generalization of iterative construction of singular expansion of matrices with gaps. The derived dependencies are extrapolated by Carleman's formulas. The method is interpreted as a construction of neural network conveyor.
108. Gorban, II D. C. Neural network modeling of data with gaps / A. N. Gorban, A. A. Rossiev, I. D. Wunsch // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 1 (3). – Р. 47-55.
The review of main problems and modern lines of development of euroinformatics is given.

№ 2

109. Беліков С. Б. ЗДТУ - 100 років / С. Б. Беліков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 4-5.
110. Брикун Н. А. Структурно-динамічна сутність від'ємного зворотнього зв'язку в автоматичних системах / Н. А. Брикун, Л. М. Бойчук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 112-120.
На основании структуры решения операторных уравнений замкнутой системы сделаны выводы о структурно-динамической сущности отрицательной обратной связи в автоматических системах. Для иллюстрации рассмотрен неустойчивый объект первого порядка. особое внимание уделено случаям невырожденной и неполностью вырожденной динамической подсистемы.

111. Веселовский В. Н. Концепция "вирусного генератора" в структуре биоинформационного обмена в живой природе / В. Н. Веселовский, А. А. Яшин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 39-46.
В статье, основываясь на информационной парадигме и концепции сущности живой материи, рассмотрена с позиций биоинформатики, и др. дисциплин гипотеза "вирусного генератора", то есть испускания одноклеточными организмами, находящимися в составе организма многоклеточного, вирусов, в частности, при облучении организма электромагнитными волнами, как ответ на "информационное раздражение" - сигнал опасности. Данная концепция укладывается в общеприродный закон борьбы за существование.

112. Волгин Л. И. Континуальные логико-алгебраические исчисления как основа информационных технологий в аналоговой области / Л. И. Волгин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 34-38.
Проведен обзор континуального этапа развития логико-алгебраических исчислений; бесконечнозначная логика Лукасе-вича, логика исчисления иммитансов Шестакова, АМ-алгебра, непрерывная логика, предикатная алгебра выбора, комплементарная алгебра как эффективного направления построения моделей и аппаратной реализации средств искусственного интеллекта, информационных технологий и расширения интеллектуальных возможностей объектов проектирования.

113. Герасин С. Н. Условия сильной и слабой эргодичности распределений неоднородных полумарковских систем / С. Н. Герасин, В. А. Лизгин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 46-49.
Понятия сильной и слабой эргодичности распространены на случай неоднородных полумарковских систем. Найдены условия существования предельных вероятностей состояний.

114. Гостев В. И. Применение оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов для объектов управления с чистым запаздыванием / В. И. Гостев, И. П. Лесовой, А. Е. Чуприн // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 6-11.
Приведены формулы для оптимальных управляющих воздействий на объекты управления с чистым запаздыванием в системах управления с цифровыми регуляторами. Изложен расчет и представлены результаты математического моделирования системы автоматического управления с оптимальным по быстродействию цифровым регулятором и объектом управления "водогрейный котел + отапливаемое здание".

115. Дубровин В. И. Алгоритм многомерной классификации и его нейросетевая интерпретация / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 49-54.
Предложены модифицированный нерекуррентный метод потенциальных функций и алгоритм многомерной классификации. Дана нейросетевая интерпретация алгоритма многомерной классификации. Приведены рекомендации по практическому применению предложенных методов.

116. Ефименко Н. В. Синтез управления для магнитной системы ориентации и стабилизации космического аппарата / Н. В. Ефименко, Н. В. Луценко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 121-125.
В работе рассмотрена задача синтеза алгоритмов управления для магнитной системы ориентации и стабилизации космического аппарата, использующей в качестве исполнительных органов электромагниты, а в качестве датчика первичной информации - трехкомпонентный магнитометр. Предложена оригинальная методика синтеза управления электромагнитами с использованием сглаживающих функционалов А.Н.Тихонова. Работоспособность синтезированных алгоритмов системы подтверждена совпадением результатов теоретических исследований с результатами численного моделирования.

117. Жернаков С. В. Комбинированная диагностика и контроль параметров ГТД нейронечеткой гибридной экспертной системой / С. В. Жернаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 55-67.
Рассматриваются основные подходы к построению гибридных нечетких экспертных систем диагностики и контроля параметров авиационного двигателя. Приводится структура экспертной системы, рассматривается пример решения комплексной задачи диагностики и контроля параметров ГТД. Рассматривается пример распознавания отказов датчиков при нормально работающем авиационном двигателе. Разработана методика построения подобных экспертных систем.

118. Житников Б. Ю. Исследование многоканальной адаптивной системы управления технологическим оборудованием для групповой сборки на основе метода автоматического регулирования / Б. Ю. Житников, А. Л. Симаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 125-130.
В работе предложена реализация системы синхронно-синфазного перемещения рабочих органов сборочного оборудования с параллельным подключением каналов на базе механических элементов управления. Полученная система обеспечивает адаптацию скорости вращения рабочих органов к возмущениям, высокий уровень синхронности работы и надежности сборочного устройства.

119. Жураковский Б. Ю. Каскадні стиснення при обробці інформації в автоматизованих системах управління / Б. Ю. Жураковский, Я. Ю. Жураковский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 67-71.
В роботі розглядаються запропоновані каскадні способи стиснення при обробці вимрювальної, текстової, графічної та комбінованої інформації, яка є характерною для автоматизованих систем управління. Одержані дані коефіцієнт стиснення для всіх запропонованих способів каскадного стиснення, що дає можливість зробити правильний вибір способу стиснення для використання його в автоматизованій системі управління.

120. Иванов А. Н. Управление многосвязными параметрически адаптивными механическими системами / А. Н. Иванов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 130-135.
В работе выведены алгоритмы управления многосвязной, неуравновешенной механической системой, учитывающие перекрестные связи и действующие возмущения. Полученная система управления по каждому каналу позволяет подавить влияние перекрестных связей и действующих возмущений, расчленив многосвязную, неуравновешенную систему на ряд независимых подсистем (каналов).

121. Карпуков Л. М. Система автоматизированного моделирования микросхем СВЧ (SAMIS) / Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко, А. С. Романенко // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 11-15.
Рассмотрены принципы построения и состав интерактивной графической системы, предназначенной для моделирования микросхем СВЧ, реализуемых на микрополосковых и щелевых линиях. Дано описание функциональных возможностей системы на этапах схемотехнического и топологического проектирования.
122. Касьян М. М. Влияние погрешностей измерения выходных характеристик РЕП на точность расчёта параметров элементов схемы / М. М. Касьян // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 15-18.
Предлагается метод оценки влияния погрешностей измерения выходных характеристик радиоэлектронных приборов на точность идентификации параметров элементов схемы и приведены рекомендации по повышению точности расчёта.
123. Кирсанова Е. Н. Метод статистического сравнения изображений / Е. Н. Кирсанова, М. Г. Садовский // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 71-82.
Рассматривается метод, осуществляющий распознавание образов, минуя стадии выделения словаря признаков и алфавита образов. Идея метода - сравнение входного потока изображений через палитру - специальный объект, созданный по наборам фрагментов исходных изображений. Для оценивания близости между изображениями вводятся специальные меры "похожести".
124. Клименко В. П. Аналитическое моделирование решения некоторого класса краевых задач / В. П. Клименко, А. Л. Ляхов, Т. Н. Швалюк // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 82-87.
Символьные преобразования громоздких формульных выражений являются одним из наиболее сложных аспектов аналитического моделирования инженерных задач. Предложен компьютерный метод решения одного класса систем дифференциальных уравнений. Приведены результаты решения задач.
125. Корбецкий О. Р. Компьютерное моделирование распределения поверхностного опора по пластине та в "касеті" для операции "диффузия" в проточном реакторе / О. Р. Корбецкий, П. П. Гранат, В. М. Теслюк // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 88-93.
Работа посвящена вопросам моделирования газовой операции "диффузия" в проточном реакторе при производстве интегральных схем. Разработана математическая модель, позволяющая получить характеристики газового потока в реакторе и оценить их влияние на величины распределения поверхностной концентрации примесей по поверхности пластин та группы пластин.
126. Кортун В. И. Синтез фильтра поглощения при компенсационном управлении / В. И. Кортун // Радиотехника, информатика, управление. – 2000. – № 2 (4). – С. 136-140.
Синтез компенсационного управления по адаптивно-инвариантному принципу предполагает решение задачи синтеза фильтра поглощения по априорной информации неконтролируемых возмущений, действующих на линейную динамическую SISO-систему. В статье рассматривается задача синтеза дискретных фильтров поглощения при различных априорных данных о возмущениях, анализируются способы синтеза фильтров поглощения.

127. Марущак Я. Ю. Синтез регуляторов САР электроприводу ТПЧ-АД методом узагальненого характеристичного полінома / Я. Ю. Марущак, В. М. Кравцов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 141-146.

Запропоновано метод узагальненого характеристичного полінома для синтезу регуляторів системи підпорядкованого регулювання електроприводу "тиристорний перетворювач частоти - асинхронний двигун" при скалярному керуванні. Така система дає можливість забезпечити будь-яку стандартну форму перехідного процесу координат регулювання.

128. Машталир В. П. Свойства суперпозиций точечно-множественных отображений / В. П. Машталир // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 93-97.

Рассматриваются суперпозиции точечно-множественных отображений, переводящих каждую точку анализируемой информации в признаковых или сигнальных пространствах в множества с предварительно определенными свойствами. Вводится система суперпозиций, позволяющая продуцировать многозначные отображения с заданными характеристиками.

129. Операції нечіткої математики на підставі генетичних та еволюційних алгоритмів / Ю. М. Мінаєв, О. Ю. Філімонова, В. В. Давиденко, Є. Е. Криксунов, Л. Бенамур // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 97-101.

Розглядається розробка алгоритмів операцій нечіткої математики, реалізованих в середовищі генетичних та еволюційних алгоритмів та подальша реалізація алгоритмів в середовищі Matlab - C++. Сфера застосування запропонованих алгоритмів - ідентифікація в умовах невизначеності у вигляді $\{Y\} = \{X\} * [F]$, де $\{Y\}$, $\{X\}$ - множини входів та виходів відповідно, представлених у вигляді нечітких чисел або нечітких змінних, $[F]$ - деякий оператор.

130. Орловский И. А. Представление дискретного автомата автоматами меньшей размерности и организация связей между ними / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 146-155.

Излагается способ описания и реализация дискретного автомата большей размерности по частям в виде отдельных автоматов, каждый из которых имеет свою собственную память внутренних состояний. Рассматриваются вопросы организации связей между автоматами. Приведен конкретный пример реализации автомата.

131. Прокофьев В. П. Анализ и синтез адаптивных композиционных систем обработки сигналов применительно к многолучевым РЛС / В. П. Прокофьев, Ю. П. Чиняев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2000. – № 2 (4). – С. 18-22.

Применительно к гауссовым моделям помех и шумов и детерминированному сигналу на основе разработанного композиционного метода получены алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов в многолучевых РЛС.

132. Снежной Г. В. Исследование механизмов распыления пленок металлов под воздействием атомов водорода / Г. В. Снежной, М. В. Матюшин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 23-26.
Рассматриваются процессы, протекающие на поверхности структур металл-полупроводник и в газовой фазе при распылении металлических пленок под действием атомарного водорода (H). Кристаллы германия с пленками меди толщиной порядка м подвергались воздействию H различное время (до 104с) при температурах, близких к комнатной. Для объяснения механизмов распыления пленок предложена модельная система Cu-Ge.
133. Сырбачев А. В. Недетерминированные объекты в системах функционального программирования / А. В. Сырбачев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 102-106.
В данной работе предлагается формальное описание одного из подходов, позволяющих осуществить эффективную реализацию некоторых полезных свойств логического программирования в наиболее распространенных императивных языках программирования.
134. Флора В. Д. Вплив параметрів джерела та навантаження на характеристики імпульсного перетворювача в режимі зниження напруги / В. Д. Флора // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 26-30.
Використовуючи метод рівності пульсацій, одержані співвідношення у відносних одиницях для розрахунку робочих та регулювальних характеристик імпульсного перетворювача в квазіусталеному режимі зниження напруги. Наведено результати розрахунків для одного з варіантів джерела та навантаження.
135. Худолий Д. А. Передающая антенна системы "МИТРИС" / Д. А. Худолий, С. В. Семенихин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 30-33.
Описана конструкция, технические характеристики и результаты экспериментального исследования передающей антенны центральной станции микроволновой интегрированной телерадиоинформационной системы.
136. Шамкова И. Н. Синтез структуры сети по детерминированным параметрам живучести / И. Н. Шамкова, А. А. Гагарин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 106-108.
Рассмотрена задача синтеза структуры сети во взаимодействии с окружающей средой по детерминированным параметрам живучести. Предлагается алгоритм решения данной задачи для структуры сети минимальной стоимости.
137. Щокін А. В. Метод математичного опису багатовимірних комп'ютерних мереж / А. В. Щокін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2000. – № 2 (4). – С. 108-111.
В статье предложена математическая модель многомерных компьютерных сетей, используемая для их имитационного моделирования. На основе данной модели разработан эффективный метод моделирования сети, в котором применен аппарат сетей Петри. Описана методология анализа модели сети с целью ее оптимизации.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2001

№ 1

138. Александрова И. Е. О выборе весовых коэффициентов оптимизируемого функционала в теории аналитического конструирования оптимальных регуляторов / И. Е. Александрова, Т. Е. Александрова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 135-137.
Предлагается методика выбора весовых коэффициентов аддитивного интегрального квадратичного критерия качества замкнутой системы автоматического управления при решении задачи аналитического конструирования оптимального регулятора.

139. Аникеев М. В. Обзор современных типов нейронных сетей / М. В. Аникеев, Л. К. Бабенко, О. Б. Макаревич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 48-56.
В работе рассматривается современное состояние теории нейронных сетей. Проведен обзор некоторых наиболее часто применяемых в настоящее время нейросетевых архитектур. Рассмотрены различные подходы к обучению, проектированию и настройке нейронных сетей. Особое внимание уделено различным вариантам метода обратного распространения ошибки.

140. Состояние, тенденции и проблемы в области методов управления асинхронными двигателями / В. Г. Бичай, Д. М. Пиза, Е. Е. Потапенко, Е. М. Потапенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 138-144.
Сделан обзор доступной литературы в области современных методов управления асинхронным электроприводом, опубликованной за период с 1994г. по 2000г. включительно. Всего было изучено более двухсот публикаций, 102 наиболее интересные из которых включены в обзор. Это позволило определить состояние, тенденции и проблемы в области управления асинхронным электроприводом.

141. Буков В. Н. Формализованная интеграция информационной и исполнительной подсистем многосвязных объектов / В. Н. Буков, В. В. Косьянчук, В. Н. Рябченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 144-147.
В статье излагается механизм формализованной интеграции систем наблюдения и управления. Показано, что если целью синтеза является обеспечение желаемого качества процессов замкнутой системы, то необходимо отказаться от традиционного принципа разделения и синтезировать совместно наблюдатель и регулятор.

142. Вершина А. И. Определение функций чувствительности в динамике / А. И. Вершина, А. Г. Маркин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 4-8.
Рассматриваются пути повышения эффективности определения функций чувствительности при моделировании радиоэлектронных схем в динамике при значительном количестве варьируемых параметров. Получены формулы, позволяющие решать эту задачу.

143. Волгин Л. И. Логико-алгебраические основы математической теории надежности / Л. И. Волгин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 56-64.

На базе логико-алгебраического аппарата аддитивномультипликативной (АМ) алгебры разработаны логические основы теории надежности изделий. На основе изоморфизма логической АМ-модели $P = PAM(p_1, p_2, \dots, p_n)$ и топологической модели (логической схемы надежности - ЛСН) $ЛСН = PAM(E_1 E_2 \dots E_n)$ построена единая совмещенная структурно-параметрическая модель надежности, где $p_i \in [0, 1]$ - вероятность безотказной работы элементов E_i ЛСН со временем безотказной работы t_i .

144. Габриэльян Д. Д. Построение алгоритма поиска неисправностей многоканальных систем / Д. Д. Габриэльян, В. В. Шацкий, Н. В. Шацкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 64-68.

Описано построение алгоритма поиска неисправностей в многоканальной системе, основанного на учете вкладов ее элементов в определяющий параметр системы. Приведен пример построения алгоритма контроля по разработанному принципу для цилиндрической антенной решетки с дискретными фазовращателями. Показан выигрыш при использовании предложенного алгоритма по сравнению с ранее используемым алгоритмом контроля антенных решеток.

145. Гостев В. И. Оптимизация параметров цифровых нечетких регуляторов / В. И. Гостев, И. П. Лесовой, А. Е. Чуприн // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 148-151.

Изложены важные для проектирования цифровых нечетких регуляторов вопросы оптимизации их основных параметров (диапазонов изменения лингвистических переменных, формы и параметров функций принадлежности лингвистических величин) путем минимизации квадратичного критерия качества с целью получения оптимальных переходных процессов в системе автоматического управления с нечетким регулятором.

146. Грядун В. И. Моделирование функции Ланжевена цепной дробью / В. И. Грядун, В. П. Пинчук, В. П. Шаповалов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 68-71.

Для получения контролируемого с заданной точностью расчета функции Ланжевена предложено разложение в цепную дробь. Разработанный алгоритм расчета реализован в системе программирования MATLAB. Модель позволяет достигать минимальную машинную погрешность $\varepsilon = 0$, которая эквивалентна точности $\sim 10^{-16}$.

147. Дорогов А. Ю. Предварительная настройка ядерной нейронной сети / А. Ю. Дорогов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 71-75.

В статье рассматриваются многослойные нейронные сети с ядерной организацией. Исследуются вопросы предварительной настройки синаптической карты нейронной сети перед выполнением процедуры обучения. Предложены принципы оптимальной настройки. Получены расчетные формулы вычисления синаптических весов. Представлена методика статического обучения.

148. Дорошенко Ю. Н. Инструментальные средства всеобщего управления качеством: контрольные карты / Ю. Н. Дорошенко, В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 151-157.
Рассмотрены проблемы в области контрольных карт. Приведена классификация контрольных карт и особенности их применения. Доказана эффективность многомерного контроля качества и приведен пример построения карты Хотеллинга.
149. Дубровин В. И. Онлайн-методы управления качеством: гибридная диагностика на основе нейронных сетей / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 158-163.
Предложена методика решения задач диагностики на основе интегрированной гибридной распознающей системы. Разработаны алгоритмы, реализующие отдельные этапы предложенной методики. Проведены эксперименты по практическому применению предложенной методики.
150. Дулесов А. С. Возможности применения нейронных сетей в задачах прогнозирования и соблюдение принципа согласованности полученных результатов / А. С. Дулесов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 76-78.
Представлены теоретические аспекты возможности использования нейронных сетей в задачах прогнозирования. Дано понятие принципа согласованности результатов и модель его соблюдения.
151. Жернаков С. В. Диагностика и контроль состояния колеса первой ступени РКНД ансамблем нейросетей / С. В. Жернаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 79-81.
В статье рассматривается один из подходов к комплексному диагностированию и контролю состояния колеса первой ступени РКНД на базе гибридного ансамбля нейросетей. Проведен сравнительный анализ нейросетевых ансамблей и обычных нейросетей для решения подобных задач. Приводятся результаты моделирования.
152. Жураковский Ю. П. Недвійкове кодування повідомлень в каналах з поодинокими помилками / Ю. П. Жураковский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 82-85.
У роботі розглядаються недвійкові коди: з повторенням і перевіркою за модулем q та ітеративні. Описані операції кодування та декодування запропонованими кодами, а також наведені їх основні характеристики. Наведені приклади кодування та декодування запропонованими у роботі кодами первинних кодових комбінацій вісімкового коду.
153. Калініченко В. М. Використання математичних методів для оптимізації технологічних процесів переробки сої / В. М. Калініченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 86-87.
У роботі представлена математична модель технологічного процесу гідротермічної переробки сої, у якій виділені вхідні, вихідні фактори і керуючі впливи. Модель дозволяє мінімізувати зміст антипоживних речовин у продуктах переробки, підвищити якість кінцевого продукту й оптимізувати втрати енергії.

154. Карпуков Л. М. Алгоритм моделирования функций Грина многослойных диэлектрических структур / Л. М. Карпуков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 87-89.
Рассмотрен алгоритм составления в численно-символьной форме соотношений для расчета функций Грина многослойных диэлектрических структур в краевых задачах электростатики. Основой алгоритма являются предложенные формулы для определения передаточных функций декомпозиционных схем, моделирующих многослойные структуры.
155. Кіку А. Г. Інший вивід основних співвідношень неперервного варіанту динамічного програмування / А. Г. Кіку, Т. І. Білоус // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 90-92.
Запропонований підхід до виводу співвідношень неперервного варіанту методу динамічного програмування, який заснований безпосередньо на принципі оптимальності і незалежності величини показника якості від точки розділення інтервалу інтегрування на два підінтервала. Розглянутий підхід натуральним способом поділяє початкову задачу на дві підзадачі. Перша підзадача зв'язана з переглядом розв'язку з кінця інтервалу управління до його початку і тим самим вносить ясність в самий метод, як і у випадку дискретного варіанта. Розв'язання ж другої підзадачі дозволяє реалізувати другий етап рішення загальної задачі, а саме реалізувати рух від початку інтервалу управління до його кінця.
156. Клячкин В. Н. Контроль технологического процесса с использованием карты Хотеллинга / В. Н. Клячкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 92-94.
Рассматривается многомерный статистический контроль технологического процесса с использованием карты Хотеллинга. Анализируется эффективность применения статистики T^2 при многомерном контроле с помощью средней длины серий и интерпретация результатов контроля.
157. Кубическое моделирование неисправностей цифровых проектов на основе FPGA, CPLD / В. И. Хаханов, И. Ю. Сысенко, Х. М. Хак, М. Д. Масуд // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 123-129.
Представлена кубическая технология анализа цифровых схем для генерации тестов и оценки их качества. Предложены кубический метод обработки неисправностей модели примитива и метод генерации тестов для константных неисправностей, использующий кубические покрытия списков неисправностей для построения пути активизации.
158. Кузнецов Г. В. Анализ работы системы кровообращения, как процесса передачи информации клетками крови, методами внешней алгебры / Г. В. Кузнецов, А. А. Яшин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 94-99.
Исследованы информационные аспекты кровообращения. Получена модель кровообращения на основе кинематических уравнений потока крови.
159. Легалов А. И. Особенности процедурно-параметрической парадигмы программирования / А. И. Легалов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 102-106.
Рассматривается новый стиль разработки программ, названный процедурно-параметрической парадигмой программирования. В основе парадигмы лежит параметрический полиморфизм, обеспечивающий расширение и модификацию программ с минимальными изменениями существующего кода. Описываются программные объекты, которые необходимо включить в языки программирования, чтобы обеспечить инструментальную поддержку этой парадигмы.

160. Литвинов Е. Н. Идентификация сложных динамических систем при помощи Д-сети / Е. Н. Литвинов, А. С. Лихоузов, Т. А. Лихоузова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 100-101.
Работа касается проблемы идентификации сложных динамических систем. Разработан алгоритм построения Д-сети структурированных моделей для идентификации системы с переменной структурой. Для оценки качества моделей используется информационный критерий.
161. Лопин В. Н. Анализ формально-логической модели нейрона с помощью дискретного пространства состояний / В. Н. Лопин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 106-108.
Рассмотрен метод комплексного анализа формально-логической модели нейрона с позиций его надежности и сложности, использующий дискретное пространство состояний. Полученные результаты позволяют подойти к решению задачи синтеза надежных искусственных нейронных сетей и объясняют возможный механизм надежности биологических нейронных сетей.
162. Мейстер Ю. Л. Весовые функции для малоточечных ДПФ в системах приема и обработки радиолокационных сигналов / Ю. Л. Мейстер, Д. М. Пиза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 8-12.
Проанализированы характеристики фильтров радиолокационных сигналов, построенных на основе малоточечных ДПФ, при взвешивании временной выборки некоторыми известными "классическими" функциями окон. Выявлена неэффективность этих функций при малоточечных ДПФ. Показано, что специально сконструированные функции окон для малоточечных ДПФ обладают значительно лучшими характеристиками.
163. Новицкий Н. Н. Новые информационно-вычислительные технологии для расчета и анализа режимов теплоснабжающих систем / Н. Н. Новицкий, В. В. Токарев, З. И. Шалагинова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 108-113.
Приводится описание программно-вычислительного комплекса (ПВК) "АРМ ТТС" (Автоматизированное Рабочее Место Технолога Тепловых Сетей), ориентированного на персональные компьютеры. ПВК максимально учитывает потребности практики в автоматизации гидравлических, тепловых и наладочных расчетов теплоснабжающих систем, предназначен для решения задач проектирования, эксплуатации и диспетчерского управления и может быть использован в научно-исследовательских, учебных, проектных и эксплуатационных организациях, занимающихся вопросами теплоснабжения.
164. Новотарский М. А. Имитационное моделирование нейросетей для решения уравнений математической физики локально-асинхронными методами / М. А. Новотарский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 113-116.
В статье дано краткое изложение краевой задачи математической физики и изложены особенности локально-асинхронного метода для ее решения, отражены основополагающие принципы реализации данного метода на основе нейросети. Обсуждается структура нейросети и алгоритм ее функционирования, даны основные подходы к формализации исходной задачи с помощью PRO-сетей, формулируются принципы построения нейросетевого имитатора.

165. Прокофьев В. П. Экспериментальные исследования адаптивной композиционной системы пространственно-временной обработки сигналов и традиционной адаптивной системы параллельного весового суммирования / В. П. Прокофьев, Ю. П. Чиняев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 16-18.
Приведены результаты экспериментальной проверки коэффициента подавления активных шумовых помех, быстродействия и чувствительности к аппаратным ошибкам многоканальных адаптивных систем с параллельной и параллельно-последовательной обработкой сигналов. Полученные результаты подтверждают теоретические выводы о преимуществах систем с параллельно-последовательной обработкой сигналов (композиционных адаптивных систем).
166. Сергеев В. А. Влияние разброса теплофизических параметров транзисторов на характеристики симметричных транзисторных схем / В. А. Сергеев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 18-22.
Исследуется изменение положения рабочей точки транзисторов, вызванное разностью тепловых импедансов прибора в дифференциальном и двухтактном каскадах.
167. Теслюк В. М. Моделирование профілів розподілу домішкових іонів, вакансій та міжвузлових атомів у напівпровідниковому матеріалі при іонному легуванні / В. М. Теслюк, О. Р. Корбецький // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 22-27.
В роботі запропоновано математичну модель іонної імплантації, яка базується на методі Монте-Карло, що дозволяє підвищувати точність моделювання враховуючи основні закони взаємодії іона з атомами багатокомпонентної мішені.
168. Томашевский В. Н. Имитационный проект автомобильного дорожного движения / В. Н. Томашевский, Д. С. Печенежский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 117-122.
Предложена концепция создания имитационного проекта для управления движением автотранспортных средств на основе визуального моделирования. Описаны архитектура и принципы функционирования основных компонентов, и способы их реализации. Имитатор модели движения транспортных средств использует сетевую распределенную обработку и технологию Java.
169. Устройство для определения расстояния между транспортным средством и активной путевой структурой в системе управления магнитолевитирующими транспортными средствами / В. Н. Привалов, С. В. Плаксин, И. И. Соколовский, А. А. Яшин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 1 (5). – С. 12-16.
Исследован автогенераторный датчик измерения расстояний и их девиаций между подвижными объектами, построенный на основе двух СВЧ-генераторов, один из которых является опорным. Частота излучения второго генератора, являющегося одновременно смесителем, связана с изменением фазового расстояния между объектами. Разностная частота является информационной. Определены критерии достижения максимальной чувствительности датчика.

170. Флора В. Д. Врахування параметрів джерела та навантаження при розрахунках характеристик двополярних імпульсних перетворювачів / В. Д. Флора // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 27-31.
У радіоелектронних пристроях як вторинні джерела живлення постійним струмом застосовують двополярні імпульсні перетворювачі. Одержані співвідношення для розрахунку характеристик перетворювача з урахуванням параметрів джерела та навантаження у відносних одиницях. Наведено розрахунок характеристик перетворювача на прикладі двигуна, який живиться від акумуляторної батареї.
171. Цыганков В. Д. Торсионные поля и нейрокомпьютер / В. Д. Цыганков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 130-134.
В работе показана связь нейрокомпьютерных технологий с торсионными полями и теорией физического вакуума. В качестве основы используется нейрокомпьютер "Эмбрион".
172. Шило Г. М. Оператори інтервальної арифметики для розрахунку допусків / Г. М. Шило // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – С. 32-34.
Введено поняття напівдопускової, напівкерованої та повної допускової множини розв'язків. Для їх визначення запропоновані оператори прямих і зворотних арифметичних операцій.
173. Bourjij A. Linear algebra and Petri Nets / A. Bourjij, M. Boutayeb // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – Р. 35-44.
This contribution is devoted to fast computation of a basis of invariants (P-invariants or T-invariants) in Petri Nets with extension to large-scale systems. Unlike the previous techniques, our approach consists first, in transforming the homogeneous equation into a reduced form and next, with the aid of performed simple rules, a basis of invariants is deduced. In the second part of this note, we propose a useful decentralized algorithm for computing invariants in large-scale interconnected Petri Nets. The main feature of the proposed technique lies in elaborating each subsystem's decision by using only the local incidence matrix and by the aid of an adjustment procedure we deduce the global solutions taking the constraints interconnection into account. Furthermore, it is shown that computational requirements are reduced considerably in comparison with the global approach. Accuracy and performances of the proposed approach are illustrated through numerical examples.
174. Hamburg I. Building european competence centres to support knowledge distribution and learning processes / I. Hamburg, S. Balanica // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 1 (5). – Р. 44-48.
In this paper some results of a co-operation between the Germany and Romania within the EU-TEMPUS-project INCOT about the development of a Web-based competence centre are presented. This centre supports processes of knowledge management and telelearning and an European network of experts.

№ 2

175. Алиев А. А. Анализ характеристик многопоточковых сетей обслуживания / А. А. Алиев, Б. Г. Исмаилов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 66-69.

Рассмотрены модели многопоточковых компьютерных сетей обслуживания. Поставлены задачи минимизации математического ожидания вероятностной функции потерь информации при минимально необходимой производительности сети. Разработаны процедуры анализа характеристик сети и приведены результаты численных экспериментов.

176. Архипов А. Е. Моделирование и обработка данных систем тестового контроля закрытого типа / А. Е. Архипов, С. А. Архипова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 70-76.

Предпринята попытка формализации описания процедуры тестового контроля, построение модели, получаемых в ходе тестирования данных, оптимизации их обработки для тестов закрытого типа.

177. Бодянский Е. В. Кодирование сигналов в задаче нейроэмуляции / Е. В. Бодянский, Н. Е. Кулишова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 136-139.

В статье рассматриваются вопросы создания адаптивных искусственных нейронных сетей, работающих в реальном времени. Для обработки параметров, значения которых лежат в различных диапазонах, предложены кодирующие и декодирующие нейроны. Приведена схема нейроэмуляции объекта с применением сети, включающей нейроны-кодеры и декодеры.

178. Бородин А. М. Аналитическая оценка и математическое моделирование входного потока сигналов в авиационных бортовых комплексах обороны / А. М. Бородин, Н. В. Усков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 4-6.

Об аналитической оценке плотности потока сигналов радиолокационного поля на входе станции РТР при различных граничных условиях. Результаты математического моделирования.

179. Вершина А. И. Алгоритм определения функций чувствительности в динамике по многим варьируемым параметрам / А. И. Вершина, В. С. Кабак, А. Г. Маркин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 7-11.

Рассматривается построение алгоритма оценки функций чувствительности в динамике, в основе которого лежит предельный случай уменьшения шага.

180. Воробьев Р. В. Средняя интенсивность поля вблизи фокуса параболического рефлектора с крупномасштабными шероховатостями / Р. В. Воробьев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 11-18.

Рассматривается влияние статистических характеристик крупномасштабной шероховатости отражающей поверхности параболического рефлектора на распределение средней интенсивности поля в поперечной фокальной плоскости.

181. Гамаюн И. П. Математическая модель технологической схемы сборки и процедура ее построения / И. П. Гамаюн // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 140-145.
Предлагаемая математическая модель воплощает одну из важных концепций системного анализа, которая заключается в процессуальном рассмотрении морфологического среза объекта сборки. Модель создается на основе сетей Петри и позволяет получить оценки продолжительностей цикла сборки для различных вариантов структуры собираемого объекта. Предлагается процедура построения модели.
182. Гостев В. И. Автономная система фуцци-управления теплоснабжением / В. И. Гостев, В. В. Крайнев, В. В. Гостев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 19-28.
Изложен расчет и представлены результаты математического моделирования автономной системы теплоснабжения с цифровым нечетким регулятором и объектом управления "водогрейный котел + коллектор с трубопроводами + отапливаемое здание с помещениями".
183. Дубровин В. И. Алгоритм классификации с оценкой значимости признаков / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 145-150.
Разработан алгоритм, позволяющий осуществлять классификацию объектов и оценивать значимость их признаков. Описана нейросетевая интерпретация разработанного алгоритма. Приведены результаты экспериментов по апробации рассмотренного алгоритма.
184. Дулесов А. С. Обработка статистических данных и оценка значимости влияния факторов / А. С. Дулесов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 76-79.
Рассматриваются возможности формирования математических моделей при помощи нейронных сетей и оценка значимости влияния факторов на исследуемые параметры системы.
185. Жернаков С. В. Активная экспертная система мониторинга и управления ремонтом авиационных газотурбинных двигателей / С. В. Жернаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 80-84.
В статье рассматривается применение активных экспертных систем с нейросетевыми базами знаний для процесса информационного мониторинга параметров авиационного газотурбинного двигателя. Предлагается оригинальный подход к определению тренда параметров газотурбинного двигателя на базе нейросетей, реализующих динамическую базу знаний активной экспертной системы в процессе эксплуатации двигателя. Предложена методика по разработке подобных нейросетевых баз знаний.
186. Житников Ю. З. Автоматизация процесса идентификации стандартных деталей, покупных комплектующих изделий и материалов / Ю. З. Житников, А. А. Фаткин, Т. В. Рулева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 150-153.
В работе рассматривается подход автоматизированной идентификации стандартных деталей, покупных комплектующих изделий и материалов на основе параметрического описания нормативной документации, регламентирующей их условное обозначение.

187. Калініченко А. В. Використання математичних методів для оптимізації процесів вирощування і переробки сої / А. В. Калініченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 84-87.
У роботі представлена інформаційна модель біологічного процесу симбіотичної азотфіксації для сої. Модель дозволяє одержати високоякісну, екологічно чисту продукцію, оптимізувати процес підбору макро- і мікросимбіонтів, а також визначити значення зовнішніх факторів, при яких рослини можуть приносити повноцінний врожай.
188. Карпуков Л. М. Модель для расчета тензора Грина микрополосковой структуры в пространственной области / Л. М. Карпуков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 28-33.
Предложен способ аппроксимации в спектральной области тензора Грина микрополосковой структуры. Составлена ее декомпозиционная модель для расчетов в пространственной области. Получены простые рекуррентные формулы вычисления зависимостей компонент тензора от пространственных координат.
189. Кирсанова Е. Н. Об информационной значимости цифровых изображений / Е. Н. Кирсанова, М. Г. Садовский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 88-95.
Предложена характеристика цифровых изображений (значимость) и метод ее определения через условную энтропию распределения малых фрагментов изображения относительно ожидаемого. Степень структурированности - мера отличия реального распределения малых фрагментов изображения от "равновесного". Показана величина информационной значимости изображений различной структуры. Обсуждаются приложения этой величины.
190. Коломейцева М. Б. Синтез оптимального нечеткого регулятора для нелинейной динамической системы / М. Б. Коломейцева, Д. Л. Хо // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 153-155.
В работе рассматривается построение схемы нечеткого адаптивного управления для нелинейной динамической системы. Адаптивный нечеткий регулятор строится на основе анализа знаний об объекте управления с помощью людей-операторов в виде If-Then правил. Параметры функции принадлежности, характеризующие лингвистические переменные для входных и выходных сигналов регулятора, определяются по условию обеспечения устойчивости системы управления.
191. Комарцова Л. Г. Нечеткий подход к синтезу компьютерной сети / Л. Г. Комарцова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 95-97.
Предложена методология нечеткого вывода архитектуры компьютерной сети на основе проблемно-настраиваемой экспертной систем.
192. Корельский Д. В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами / Д. В. Корельский, Е. М. Потапенко, Е. В. Васильева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 155-159.
Выполнен обзор литературы, касающейся вопросов управления синхронным двигателем с постоянными магнитами. Рассмотрено 38 источников, которые относятся к периоду 1993-2000 г., и отражают состояние и основные тенденции в указанной области.

193. Картунов В. И. Критерии синтеза номинальных моделей в задачах наблюдения и управления / В. И. Картунов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 159-163.

Анализируются критерии выбора номинальных моделей в задачах управления и наблюдения, доказываются условия существования таких моделей в схемах комбинированного управления. Произведены постановки задач параметрического синтеза номинальных моделей по множественным априорным данным исходной модели объекта.

194. Краснополюсовський А. С. Визначення нормованого поля допусків на параметр настройки при автофокусуванні електронного мікроскопа за зображенням / А. С. Краснополюсовський, А. М. Скаковська // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 33-36.

На примере задачи автофокусировки электронного микроскопа, рассматривается определение оптимальной в информационном смысле области значений параметров настройки в рамках метода функционально-статистических испытаний.

195. Лаходынова Н. В. Анализ алгоритмов реконфигурации структуры процессорной матрицы на основе сигналов согласия / Н. В. Лаходынова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 98-102.

Проводится моделирование алгоритмов реконфигурации структуры процессорной матрицы с отказами, основанных на сигналах согласия между процессорными элементами. Цель моделирования - исследование работоспособности и эффективности алгоритмов реконфигурации, оценка требований, предъявляемых к надежности отдельных процессорных элементов и связей между ними.

196. Марценюк В. П. Компьютерно-математическое моделирование процессов с последствием в медицине / В. П. Марценюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 102-106.

В работе предложен метод численного интегрирования систем с последствием, применимый для компьютерной реализации. Компьютерное описание проведено с использованием объектно-ориентированного подхода. Показано применение метода на задачах медицинской информатики.

197. Оленев Е. А. Диспетчерское управление движением городского пассажирского транспорта с помощью средств микропроцессорной техники / Е. А. Оленев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 106-110.

В статье рассматривается модель многосвязного управления перевозочным процессом на городском пассажирском транспорте.

198. Онуфриенко В. М. Интегродифференциальная модель взаимодействия монохроматической волны с круговым цилиндром (квазистационарный случай) / В. М. Онуфриенко, Т. И. Слюсарова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2001. – № 2 (6). – С. 36-41.

Представлены результаты дифференциального моделирования внутреннего поля дифракции для достаточно тонкого цилиндра (квазистационарный случай). Исследование базируется на фрактальном представлении о структуре поверхности цилиндра. Полученная модель позволяет описать с использованием α -характеристик любую заданную степень фрактальности поверхности. Для 0-характеристик результаты совпадают с классическими данными.

199. Пархоменко А. В. Использование WEB-технологий для администрирования гетерогенных вычислительных сетей / А. В. Пархоменко, Д. В. Данильченко, А. А. Степаненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 110-113.
В статье рассматриваются современные подходы к администрированию корпоративных сетей. Предлагается подход, базирующийся на использовании web-технологий для администрирования гетерогенных корпоративных сетей.
200. Печенов А. В. Информационно-измерительная система контроля качества фильтров газодинамическим методом / А. В. Печенов, А. Л. Симаков, Ю. Н. Матросова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 163-167.
Разработана информационно-измерительная система, реализующая измерение проницаемости материалов. Получено аналитическое решение системы нестационарных дифференциальных уравнений движения газа через проницаемый материал, описывающих данную систему.
201. Пиза Д. М. Пространственно-(поляризационно-) временная фильтрация сигналов на фоне комбинированных помех / Д. М. Пиза, М. П. Чернобородов, Ю. Л. Мейстер // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 41-43.
Рассмотрены ограничения, возникающие при обработке сигналов на фоне комбинированных помех. Показано, что одной из причин, ограничивающих возможности пространственно-временной обработки сигналов, является амплитудно-фазовая модуляция пассивной составляющей помехи, принимаемой компенсационными каналами. Оценены модуляционные характеристики различных вариантов построения систем помехозащиты.
202. Привалов В. Н. Трактовый усилитель для маркерно-связного волновода в радиоволновой системе управления магнитолевитирующими транспортными средствами / В. Н. Привалов, С. В. Плаксин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 44-46.
Представлены аппаратное построение и результаты экспериментального исследования сверхвысокочастотного (СВЧ) усилителя типа модулятор-демодулятор с комбинацией автодинного и параметрического преобразования сигналов, исследуемого в качестве компенсатора потерь магистрального волновода радиоволновой системы управления экипажем с магнитным подвесом.
203. Сенашова М. Ю. Оценки погрешностей вычисления сложной функции многих переменных / М. Ю. Сенашова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 114-117.
Описан способ представления сложной функции многих переменных в виде графа. Получены формулы для оценки погрешностей вычисления сложной функции. Оценки погрешностей вычисляются на основе графа, двойственного графу, вычисляющему значение функции. Особенно просто формулы оценки погрешностей выглядят для нейронных сетей.
204. Флора В. Д. Визначення частоти комутації імпульсного перетворювача / В. Д. Флора // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 46-48.
Виходячи з виразів для розмахів пульсацій струмів та напруг у різних вузлах найбільш вживаних у практиці схем імпульсних перетворювачів, визначено спосіб розрахунку необхідної частоти комутації.

205. Швалюк Т. Н. Библиотека функций числового подмножества системы компьютерной алгебры АНАЛИТИК-2000 / Т. Н. Швалюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 117-121.

Настоящая работа содержит краткое описание библиотеки операций и функций арифметического подмножества системы компьютерной алгебры АНАЛИТИК-2000. Функции и операции библиотеки определены над целыми, рациональными и десятичными числами произвольной длины. Библиотеку можно использовать автономно для расширения области применения численных методов при необходимости вычислений с высокой точностью.

206. Шило Г. М. Интервали і інтервальні структури / Г. М. Шило // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – С. 121-125.

Розглянуто види інтервальних вхідних даних та інтервальних структур. Досліджені їх основні властивості. Показано використання інтервальних структур для оцінювання функцій і обчислення допусків з урахуванням дії зовнішніх впливів.

207. Ahmad J. Parallel implementation of neural network algorithm using parallel virtual machine (PVM) software / J. Ahmad // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – Р. 58-61.

Although there are many implementations of artificial neural networks (ANN) are available on sequential machines, but most of these implementations require an immoderate amount of time to train or run ANNs, especially when the ANN models are large. It can be observed that the problem is related to computational power of computer machines. One possible approach for solving this problem could be a parallel implementation of ANNs. Hence, researchers have adopted a number of strategies since the rebirth of ANN in 1986 to implement ANN model in parallel environment. Very few of these strategies are using software platform for such implementations. Therefore, this paper presents a novel technique of implementing ANN for the recognition of characters using Parallel Virtual Machine (PVM) software package. PVM permits a heterogeneous collection of computers hooked together by a network to be used as a single large parallel computer. Thus large computational problems can be solved more cost effectively by using the aggregate power and memory of many computers. The nodes (neurons) of ANN model are distributed over on the participating computers in the parallel environment to do the needful calculation in parallel. Weights are also adjusted in the same way, if there is any discrepancies between computed and target outputs. Simulation of the study shows that parallel implementation of the ANN produces better results than sequential implementation.

208. Gorodnichy D. O. The influence of self-connection on the performance of pseudo-inverse autoassociative networks / D. O. Gorodnichy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2001. – № 2 (6). – Р. 49-58.

The performance of pseudo-inverse autoassociative neural networks proposed by Personnaz et al. and Kanter and Sompolinsky is known to be affected by the value of self-connection of the network. This paper summarizes the results obtained on the phenomenon and describes the desaturation procedure based on partial reduction of self-connection, which is shown to improve the performance of the network. The optimal value of the desaturation coefficient, which is the coefficient self-connection reduction, is obtained.

209. Turkbey O. A fuzzy-tabu search approach for the plant layout problem / O. Turkbey, C. Alabas // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2001. – № 2 (6). – P. 126-136.
Materials handling system cost expenditures make up nearly 20-50% of the total production cost of a manufacturing system. Owing to this, the plant layout problem is one of the subjects which are discussed mostly. But, because the plant layout problem is a NP-complete problem and has a combinatorial structure, the plant layout is still an investigation area. In the content of this study, for the plant layout problem, which is formalized as Quadratic Assignment Problem, Tabu Search Algorithm, which is one of the Smart Heuristic Techniques, is used. Different from other tabu search/search approaches in the literature, the developed algorithm uses Fuzzy Set Theory. The developed Tabu Search Algorithm in this study is compared with Classical Tabu Search Algorithm on test problems in various sizes and Random Search Method according to some performance criteria such as "solution quality and the searched point number in the solution space". According to received results, it's seen that in the plant layout problem Fuzzy-Tabu Search Algorithm is superior to other algorithms.
210. Vatanawood W. Requirements particle networks: an approach to formal software functional requirements modelling / W. Vatanawood, W. Riveripoon // *Радіоелектроніка, інформатика управління.* – 2001. – № 2 (6). – P. 62-66.
In this paper, an approach to software functional requirements modelling using requirements particle networks is presented. In our approach, a set of requirements particles is defined as an essential tool to construct a visual model of software functional requirements specification during the software analysis phase and the relevant formal specification is systematically generated without the experience of writing formal specification. A number of algorithms are presented to perform these formal specification transformations using predefined templates of formal specification schema of the requirements particles. The usability of the requirements particle networks is investigated by conducting a workshop. The result indicates that an analyst with experience in writing data flow diagram is capable to produce a complete and consistent requirements particle networks.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2002

№ 1

211. Акимов Л. В. Синтез регулятора статической системы положения для двухмассового электропривода с нелинейной реактивной нагрузкой / Л. В. Акимов, А. В. Пирожок // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2002. – № 1 (7). – С. 99-107.
Полиномиальным методом синтезированы передаточные функции регуляторов положения статической системы пониженного порядка, скорости и ЭДС двигателя для исходнонеустойчивого двухмассового электромеханического объекта, имеющего нелинейную реактивную нагрузку, зависящую от скорости электропривода. Найдены выражения для статической ошибки по положению. Дан пример расчета параметров регуляторов и приведены результаты исследований предложенной структуры на математической модели.
212. Берестнева О. Г. Методы многомерного анализа данных в задачах оценки качества образования / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2002. – № 1 (7). – С. 38-47.
Исследована возможность использования многомерного статистического анализа, в частности, факторного и кластерного анализ, для оценки учебных дисциплин с точки зрения качества. На примере реальных данных проиллюстрирована высокая эффективность данного подхода для оценки качества образовательного процесса.

213. Бородин А. М. Эффективность работы алгоритмов определения координат однотипных РЭС / А. М. Бородин, Н. В. Усков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 8-10.
О локальных и нелокальных алгоритмах местоопределения РЭС, неразрешаемых по параметрам. Результаты математического моделирования.
214. Валеев С. Г. Особенности построения регрессионных моделей при многомерном контроле технологического процесса / С. Г. Валеев, В. Н. Клячкин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 48-51.
Рассматриваются методы построения регрессионных моделей для подмножества показателей качества при многомерном статистическом контроле технологического процесса.
215. Дзензерский В. А. Радиоволновые методы контроля и управления движением магнитолевитирующих транспортных средств / В. А. Дзензерский, С. В. Плаксин, И. И. Соколовский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 108-114.
Представлена концепция построения информационноуправляющей системы транспортных средств (ТС) на электродинамическом подвесе, базирующаяся на радиоволновых принципах, в основу которой положено использование размещаемого вдоль активной путевой структуры магистрального маркерно-связного волновода с группами входных отверстий связи. Возбуждение волновода осуществляется модулированными сигналами, несущими информацию о пространственном положении ТС, от СВЧгенератора, размещенного на ТС.
216. Дмитренко В. П. Про додаткові можливості ширококутового узгодження модифікованого хвильоводного подільника потужності / В. П. Дмитренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 11-13.
Викладені результати чисельного дослідження впливу зміни форми та розмірів загальної області на АЧХ коефіцієнту відбиття модифікованих Н-площинних хвильоводних подільників потужності. Знайдено оптимальні геометричні параметри за критерієм максимальної смуги робочих частот узгодження. Приведені результати отримані з використанням точного електродинамічного підходу, а тому їх можна безпосередньо застосувати при розробці систем розподілу потужності на прямокутних хвильоводах.
217. Дочвири Д. Н. Многодвигательный автоматизированный электропривод с упругими связями / Д. Н. Дочвири // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 114-119.
Составлены уравнения движения в обобщенном матричном виде и построена матричная структурная схема динамики системы управления электроприводом. С целью выделения регулятора скорости каждого отдельного электродвигателя в многосвязной АСР многодвигательного электропривода выведена эквивалентная передаточная функция остальной части системы регулирования. Структурные преобразования выполнены с помощью правил матричных преобразований. Предложена методика оптимизации регуляторов каждого сепаратного контура регулирования с учетом связности рассматриваемого контура с остальной частью системы привода.

218. Дубровин В. И. Нейросетевые методы оценки значимости и отбора признаков / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 52-56.

Рассмотрено решение задачи отбора признаков на основе нейронных сетей прямого распространения. Предложены алгоритмы оценки значимости признаков. Приведены и проанализированы результаты экспериментов по решению практических задач на основе разработанных методов.

219. Ефименко Н. В. Модальное управление с робастной структурой матрицы собственных векторов / Н. В. Ефименко, Н. В. Луценко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 119-124.

Излагается новый подход к решению задачи формирования робастной структуры собственных векторов. В основу алгоритма положено применение метода размещения полюсов с помощью проекций на подпространство допустимых собственных векторов. Предлагаемый алгоритм, в отличие от известных, использует только ортогональные преобразования. Это обеспечивает алгоритму численную устойчивость. В связи с этим алгоритм может быть использован при вычислении матрицы коэффициентов управления для систем с большой размерностью вектора состояния.

220. Жернаков С. В. Реализация нейросетевых баз знаний прецедентов в активных экспертных системах для комплексного мониторинга параметров авиационных двигателей / С. В. Жернаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 124-131.

В статье рассматривается реализация баз знаний прецедентов активных экспертных систем на основе ансамблевых моделей нейросетей. Решается задача распознавания прецедентов ансамблевой моделью нейросетей в процессе комплексных отказов, с учетом частичной или полной неопределенности параметров системы "временной автомат приемистости и авиационный газотурбинный двигатель".

221. Житников Ю. З. Определение энергетических параметров системы возбуждения магнитострикционного преобразователя для обеспечения характеристик упрочненного слоя / Ю. З. Житников, В. А. Волобуев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 14-20.

В статье рассмотрено решение зависимостей упрочнения внутренней поверхности обрабатываемых формообразующих деталей прессформ и штампов методом ультразвукового поверхностно-пластического деформирования от энергетических параметров ультразвукового генератора напряжения на выходе генератора и силы тока подмагничивания, величина которых определяется показаниями приборов на панели управления.

222. Карпуков Л. М. Моделирование дисторсии импульсов в одиночной и многопроводных связанных микрополосковых линиях / Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 21-25.

Рассмотрена методика моделирования искажений формы импульса за счет дисперсии параметров микрополосковых линий передачи. Моделирование осуществлялось с помощью преобразования Фурье и аналитических формул для расчета дисперсии эффективной диэлектрической проницаемости и потерь в одиночной и многопроводных связанных микрополосковых линиях. Представлены результаты расчетов дисперсионной дисторсии импульсов гауссовской формы.

223. Климаш М. Н. Расчет пропускной способности одномодовых оптических волокон и применение DWDM технологии на транспортных сетях / М. Н. Климаш, Е. М. Чернихивський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 26-28.
Проведен расчет нагрузки и пропускной способности одномодовых оптических волокон для транспортной сети; дан сравнительный анализ дисперсионных характеристик волокон со смещенной ненулевой дисперсией и определена длина регенерационного участка для DWDM сетей.
224. Ласт Е. В. Решение задачи оптимальной эксплуатации популяции тихоокеанских лососевых рыб / Е. В. Ласт, Е. Я. Фрисман // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 132-137.
В работе анализируются механизмы самоорганизации и управления в биологических популяционных системах. Предлагается математическая модель динамики численности сложноструктурированной популяции, ориентированная на описание популяций тихоокеанских лососей. Исследуются неподвижные точки и их устойчивость. Решается задача оптимального управления для двух наиболее популярных методик промысла.
225. Левин В. И. Сравнение интервалов и оптимизационные задачи с интервальными параметрами / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 57-62.
Рассмотрена общая задача сравнения интервально заданных чисел в связи с проблемой оптимизации систем с интервальными параметрами. Получено решение задачи, использующее понятие меры близости интервалов и распространяющееся на интервалы, расположенные произвольно относительно друг друга. В частном случае, когда запрещено отношение накрытия одного интервала другим, полученное решение переходит в известное - сдвинутый вправо интервал является большим. В общем случае это решение сводит сравнение интервальных чисел к сравнению их центров.
226. Литвиненко В. И. Сравнительная характеристика работы распределенных генетических алгоритмов / В. И. Литвиненко, Ю. А. Бюргер, А. В. Мельник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 63-69.
В статье рассматриваются характеристики трех моделей распределенного генетического алгоритма. Этими моделями являются крупнозернистая модель с изолированными островами, топологией кольцо и топологией полный граф. Приведена оценка таких характеристик работы как время вычисления, ускорение, алгоритмическое ускорения и число используемых процессоров. Характеристики исследовались на тестовых функциях Растргина и Griewank. Сделан вывод, что для решения данного класса задач больше подходит модель с топологией кольцо с периодом миграций 1.
227. Назаренко В. В. Концепція побудови файлової системи Cluster free / В. В. Назаренко, Г. В. Неласа, В. М. Кришук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 70-73.
Розглядаються існуючі файлові системи, та проводиться аналіз їх характеристик. Описуються принципи побудови файлової системи, в якій реалізована нова технологія розподілу дискового простору Cluster free. Завдяки цьому підвищується швидкість роботи з диском, і при цьому зменшується втрата дискового простору в "хвостах" файлів.

228. Новотарский М. А. PRO-сетевая модель цифрового нейрона / М. А. Новотарский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 74-77.
Рассмотрена модель формального нейрона и причины ее широкого использования в качестве базового элемента нейронных сетей. Обосновывается необходимость усложнения модели нейрона для расширения сферы применения нейронных сетей. Дается краткий обзор принципов функционирования биологического нейрона при обработке и передаче информации. На основе этих принципов предлагается PRO-сетевая модель цифрового нейрона, дается ее статическое и динамическое описание.
229. Орловский И. А. Адаптивный быстродействующий алгоритм управления перемещением робота / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 138-143.
Рассмотрена система управления перемещением робота на плоскости, состоящая из одинаковых параллельно работающих автоматов-клеток, количество которых определяется точностью обработки положения. Система позволяет выполнять с высоким быстродействием целенаправленное управление перемещением робота в среде с препятствиями по кратчайшей траектории. В системе Matlab выполнено моделирование алгоритма работы системы управления.
230. Пиза Д. М. Адаптация поляризационных фильтров с учетом ограничений / Д. М. Пиза, М. П. Чернобородов, Б. Н. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 29-31.
Получены аналитические выражения, позволяющие оценить эффективность адаптивных поляризационных фильтров при произвольных параметрах помех с регулярной поляризацией. В результате проведенных расчетов оценен коэффициент подавления помех и остаточная дисперсия помехи на выходе адаптивного фильтра с учетом реальных ограничений.
231. Потапенко Е. Е. Определение скорости плоского вращения вектора, заданного его проекциями / Е. Е. Потапенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 143-146.
Предложен алгоритм определения скорости плоского вращения вектора, заданного его проекциями в общем случае на неортогональные оси. Алгоритм построен по принципу адаптивного наблюдателя Льюэнбергера и одновременно с определением скорости осуществляет фильтрацию полезных составляющих проекций вектора. Численное моделирование иллюстрирует высокие точностные характеристики алгоритма.
232. Радченко А. Н. Многомерность - без проклятий / А. Н. Радченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – С. 78-81.
Показана преодолимость колмогоровского барьера сложности путем представления заданной функции многих переменных суперпозицией конечного числа функций меньшего числа переменных. Искомое представление найдено среди суперпозиций случайной реализации таких функций вычеркиванием некоторой части их них. Точность такого решения инвариантна числу переменных, но зависит от числа исходных композитных функций и областей их определения. Найдено оптимальное решение. Представление исходной функции через более простые композитные функции обладает опознающими свойствами. Они тем лучше, чем больше размерность исходной функции.

233. Садовский М. Г. Об информационной емкости символьных последовательностей / М. Г. Садовский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 81-85.

Информационная емкость частотного словаря есть его условная энтропия, вычисленная относительно восстановленного словаря; последний содержит наиболее вероятные продолжения коротких слов и обладает максимальной энтропией. Приведены примеры определения информационной емкости, построена процедура выделения структуры в символьной последовательности, определяемой емкостью ее фрагмента.

234. Хасанов З. М. Быстродействующий алгоритм адаптивного управления электроприводами в технологии производства кварцевой трубы / З. М. Хасанов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 146-152.

Предлагается быстродействующий алгоритм управления электроприводами для технологического оборудования изготовления кварцевой трубы. Алгоритм учитывает функции связи между контрольно-управляющими устройствами системы управления. Определены критерии выбора рабочих параметров алгоритма управления электроприводами для различных режимов технологического оборудования.

235. Цыганков В. Д. Нейрокомпьютерная модель первичных торсионных полей / В. Д. Цыганков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 86-90.

Изучение квантово-механических явлений и динамики процессов возбуждения в нейронных сетях нейрокомпьютера (НК) "Эмбрион", позволило предложить нейрокомпьютерную интерпретацию природы возникновения первичных торсионных полей. Это дает возможность дальнейшего развития и совершенствования новых информационных и нетрадиционных технологий.

236. Шило Г. М. Формування інтервальних моделей для обчислення допусків / Г. М. Шило // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 90-95.

Запропоновано метод формування спрощених інтервальних моделей для розрахунку допусків. Показано, що точність моделювання підвищується, якщо використовувати внутрішню та зовнішню інтерполяції одночасно. Отримані моделі оцінюються з допомогою інтервальних структур.

237. Щербаков А. Н. Модель рекуррентной адаптации диссипативных процессов при очистке нефти / А. Н. Щербаков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 31-34.

Рассматриваются пути повышения эффективности управления динамическими системами технологических установок цеха подготовки нефти. Предложенная рекуррентная модель обеспечивает стабилизацию диссипативных процессов и простую интерпретацию в микропроцессорные сети управления.

238. Янковский Б. Е. Оценивание опытных данных при статистической обработке в управлении качеством / Б. Е. Янковский, А. Е. Янковская // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 1 (7). – С. 95-98.

В целях управления качеством выпускаемой продукции обосновывается целесообразность преобразования случайно распределенных величин по произвольному закону распределения, в нормальный и предлагается алгоритм такого преобразования. Приводятся области приложения полученных результатов на практике, в научных исследованиях и при создании интеллектуальных систем различного назначения.

239. Craus M. A parallel algorithm for solving convex hull problem in image processing / M. Craus, M. H. Zaharia, I. Hamburg // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – P. 35-37.

In this paper some results of a cooperation between the University of Iasi Romania and the Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen, Germany about the development of simple parallel algorithms for convex hull problems are presented which can be used also in graphically-oriented Web-based learning environments.

240. Gostev V. I. The synthesis of a digital fuzzy controller of a control system by the object "the steering machine + missile" / V. I. Gostev, S. A. Magluy, V. O. Chmelev // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 1 (7). – P. 3-7.

The synthesis of a digital fuzzy controller of a control system of the non-stationary object "the steering machine + missile" is explained in view of a link of delay, non-linearities and direct feedback in the steering machine.

№ 2

241. Активно-адаптивное управление стохастическими объектами в пространстве состояний / О. В. Адонин, Е. В. Бодянский, С. В. Котляревский, И. П. Плисс // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 118-124.

Предлагается локально-оптимальный активноадаптивный регулятор, реализующий компромисс между процессами управления и идентификации с помощью дополнительного контура адаптации параметра критерия. Данный регулятор является обобщением локально-оптимального и псевдодуального алгоритмов управления объектами с неизвестными параметрами.

242. Александров Е. Е. Определение ориентации наземного подвижного объекта при помощи навигационных спутников / Е. Е. Александров, Ю. А. Кузнецов, А. А. Дхахери // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 125-127.

Рассмотрена задача определения ориентации объекта относительно базовой системы координат с использованием параметров Родрига-Гамильтона.

243. Андреев М. В. Ускоренные алгоритмы оценивания параметров аддитивной экспоненциальной модели методом наименьших квадратов / М. В. Андреев, О. О. Дробахин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 3-9.

Рассмотрено применение метода наименьших квадратов для решения задачи оценивания параметров аддитивной экспоненциальной модели, предложены ускоренные алгоритмы реализации данного метода, указан вид первой и второй производных целевой функции метода наименьших квадратов и проведено сравнение их точностных характеристик с другими методами.

244. Баркалов А. А. Оптимизация логической схемы композиционного микропрограммного устройства управления / А. А. Баркалов, Аль-Рабие Аднан, А. А. Красичков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 54-57.

Предлагается методика оптимизации схем адресации композиционного микропрограммного устройства управления. Она основана на кодировании номеров переходов конечного автомата. Данная методика позволяет уменьшать аппаратные затраты, необходимые на реализацию схем адресации. Приведен пример ее использования.

245. Бодянский Е. В. Об адаптивном объединении искусственных нейронных сетей для обработки многомерных сигналов / Е. В. Бодянский, С. В. Попов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 57-62.

Рассмотрена задача объединения ансамбля искусственных нейронных сетей, осуществляющих обработку многомерных сигналов, заданных в виде дискретных временных рядов. Предложен алгоритм объединения сетей на конечной выборке, и доказана его оптимальность. Разработаны рекуррентные процедуры, предназначенные для работы в реальном времени. Предложен алгоритм для оценки "вклада" каждой из сетей, входящих в ансамбль, в объединенную оценку. Синтезирована архитектура нейронной метасети, решающей рассматриваемую проблему. Развиваемый подход позволяет повысить точность решения задач прогнозирования, фильтрации, сглаживания, эмуляции, обратного моделирования и имитации, для решения которых используют искусственные нейронные сети, основанные на парадигме обучения с учителем.

246. Вершина А. И. Общий случай определения функций чувствительности в динамике по многим варьируемым параметрам / А. И. Вершина, В. С. Кабак, А. Г. Маркин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 17-20.

Рассматривается общий случай определения функций чувствительности в динамике, основанный на предельном уменьшении шага.

247. Горбачев М. Н. Новая концепция развития теории математического моделирования негармонических электроэнергетических процессов в управляемых электрических и радиотехнических цепях и системах на основе геометрических представлений / М. Н. Горбачев, А. Д. Милка // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 134-138.

Предложена новая концепция математического (геометрического) моделирования энергетических процессов в электрических преобразовательных и радиотехнических цепях и системах, основанная на векторном представлении полной мощности и ее ортогональных составляющих в трехмерном евклидовом пространстве. В рамках этой концепции разработаны и изложены элементы теории геометрического моделирования квазиустановившихся негармонических процессов и рабочих режимов в таких цепях и системах.

248. Гостев В. И. Двумерная система оптимального управления частотами вращения роторов двухвального двухконтурного газотурбинного двигателя на газовых режимах работы / В. И. Гостев, А. Ю. Кардаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 127-134.

Изложен расчет оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов для двумерной системы автоматического управления частотами вращения роторов вентилятора и компрессора двухвального двухконтурного газотурбинного двигателя и методом математического моделирования определены оптимальные переходные процессы на различных базовых режимах работы двигателя.

249. Гостев В. И. Оптимальное управление температурой газа в ГТД на базовых режимах работы при компенсации динамических свойств датчика температуры / В. И. Гостев, С. А. Маглюй, А. А. Успенский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 139-142.

Изложен расчет оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов для системы автоматического управления температурой газа двухвального двухконтурного газотурбинного двигателя (ГТД) и методом математического моделирования определены оптимальные переходные процессы на различных базовых режимах работы двигателя при условии компенсации динамических свойств датчика температуры.

250. Григорьев Ю. А. Метод оценки времени выполнения запросов SQL к реляционным базам данных / Ю. А. Григорьев, А. Д. Плутенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 62-69.
Представлен новый математический аппарат анализа времени выполнения запросов SQL к распределенным базам данных, учитывающий механизмы декомпозиции сложных запросов на подзапросы и соединения результатов их выполнения, параметры логической схемы и случайную природу характеристик наполнения баз данных.
251. Дорогов А. Ю. Нейросетевая реализация быстрых спектральных преобразований / А. Ю. Дорогов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 69-80.
В статье рассматривается использование нейронных сетей для реализации быстрых алгоритмов спектральных преобразований. Показано, что быстрые алгоритмы являются частным вариантом быстрых нейронных сетей (БНС). Предложены методы параметрической настройки БНС к аналитически заданной системе базисных функций. Построены нейросетевые реализации быстрых преобразований Уолша, Виленкина-Кристенсона, Фурье, Хаара, быстрого Вейвлет-преобразования. Приведены примеры.
252. Дубровин В. И. Методика синтеза и обучения многослойной нейронной сети классификации образов / В. И. Дубровин, С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 80-87.
Проанализированы основные показатели качества методов построения нейросетевых моделей многомерных зависимостей. Разработана методика синтеза и настройки весовых коэффициентов многослойной нейронной сети для построения нейросетевых моделей по точечным данным.
253. Еремин Е. Л. Гибридная нелинейно преобразованная система прямого адаптивного управления / Е. Л. Еремин, Д. Г. Шевко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 142-147.
Рассматривается метод построения гибридной системы управления для априорно неопределенного непрерывного объекта, основанный на введении в процедуру синтеза нелинейного преобразования фазовых координат и опирающийся на использование аппарата теории гиперустойчивости и положительности динамических систем.
254. Зубов Д. А. Программное обеспечение гибридной экспертной системы управления технологическими процессами углеобогащения / Д. А. Зубов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 87-92.
Рассматривается синтез гибридной экспертной системы управления технологическими процессами углеобогащения на базе DDE-технологии взаимодействия ее элементов и автоматического управления структурно и параметрически нестационарным, нелинейным, двухканальным объектом с большим запаздыванием путем полного перебора возможных входных воздействий при прогнозировании его состояния.

255. Карпуков Л. М. Метод составления функции Грина для моделирования микрополосковых конструкций / Л. М. Карпуков, Д. М. Пиза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 20-25.
Получены в замкнутой форме соотношения для компонентов тензора Грина микрополосковой структуры. Замкнутая форма составлена путем разложения спектральных зависимостей по малому параметру в экспоненциальные ряды и использования соотношения идентичности Зоммерфельда. Приведены результаты апробации предложенных соотношений.
256. Козина Г. Л. Оценка качества решений оптимизационной задачи на графах с интервальными параметрами / Г. Л. Козина, Р. К. Кудерметов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 93-96.
Описываются множества решений оптимизационной задачи об остовных деревьях с интервальными параметрами. Предложен подход к оценке оптимальности решений этих множеств.
257. Лаходынова Н. В. Задача просачивания и надежность однородных структур / Н. В. Лаходынова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 96-100.
Предлагаются оригинальные результаты, касающиеся теории просачивания, полученные при исследовании надежности однородных структур вычислительных систем.
258. Левин В. И. Автоматное моделирование исторических процессов на примере войн / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 101-112.
Разработана методика вычисления количественных характеристик последовательностей войн с использованием модели конечного динамического автомата. С ее помощью выполнен расчет характеристик и анализ последовательности наиболее известных за последние 2500 лет войн.
259. Логачева Л. М. Собственные волны прямоугольного волновода с импедансными узкими стенками / Л. М. Логачева, В. П. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 25-28.
Представлены результаты исследования собственных волн прямоугольного волновода с периодическими импедансными стенками. Анализ проводится с применением импедансных граничных условий. Получены дисперсионные характеристики рассматриваемого волновода.
260. Метод расчета импеданса интегральной структуры из металлических полосок для волн высших типов / Т. И. Бугрова, В. М. Морозов, В. С. Кабак, Е. И. Бугров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 13-16.
Рассматривается электродинамическая модель системы металлических лент, симметрично нанесенных на обе стороны экранированной тонкой диэлектрической пластины. Граничные условия устанавливаются с помощью классической матрицы сопротивлений. Исследуется зависимость реактивной составляющей полного импеданса полосок и коэффициента преобразования волн пластины в волны структуры от геометрических и электрофизических параметров. Выполнена аппроксимация импеданса мероморфной и трансцендентной функциями.

261. Модификация метода Гельфанда-Левитана для решения одномерной обратной задачи с помощью метода пучка матриц / М. В. Андреев, О. О. Дробахин, А. Г. Новомлинов, В. Г. Короткая, А. В. Сазонов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 9-13.

Для решения одномерной обратной задачи в радиофизике используется метод Гельфанда-Левитана, основным преимуществом которого является то, что он работает в случае многих переотражений. Недостаток этого метода заключается в том, что когда пики отражения не имеют форму δ -импульсов, то использование этого метода не дает хороших результатов. Существует возможность улучшения этого метода за счет использования для перехода из частотной области во временную методов спектрального параметрического анализа.

262. Овсяников В. В. О логопериодической вибраторной трехдиапазонной антенне с ортогональной поляризацией волн / В. В. Овсяников, В. В. Овсяников // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 29-31.

Приведены результаты разработки логопериодической вибраторной антенны с ортогональной поляризацией волн, оснащенной дополнительными Z-образными антеннами, обеспечивающими направленную работу всей антенной системы на третьем дополнительном низкочастотном диапазоне с любой поляризацией волн. Параметрическая оптимизация дополнительной антенны в начальном приближении производится методом эквивалентной длинной линии с последующим анализом и оптимизацией методом интегрального уравнения совместно с методом математического программирования.

263. Онуфриенко В. М. Моделирование магнитного поля фрактального проводника с током / В. М. Онуфриенко, В. Н. Левыкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 36-40.

Применением методов интегродифференциального сглаживания фрактальных контуров учтены их локальные свойства. Получены решения базовых задач магнитостатики (определение стационарного магнитного поля вблизи бесконечно тонкого проводника с током, поверхность которого обладает фрактальными свойствами; нахождение магнитного поля, создаваемого током в окрестности и на оси фрактального контура). В графическом виде представлены структуры магнитных полей вблизи фрактальных объектов.

264. Онуфрієнко В. М. Диферінтегральні альфа-форми у хаусдорфовій метриці на фрактальних множинах / В. М. Онуфрієнко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 31-35.

Для опису фрактальних множин у метриці Хаусдорфа вводяться у розгляд інтегро-диференціали дробового порядку. Визначено і доведено існування інтегро-диференціальних форм дробового порядку для аналізу локальних властивостей фрактального контуру. Інтегралі від форм застосовано для формулювання рівнянь, що описують поля у штучних метаматеріалах.

265. Сироджа И. Б. Синтез алгоритмов формирования заключений для принятия решений в особых случаях управления полетами на основе использования п-квантов знаний / И. Б. Сироджа, А. Б. Куренко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 112-117.

В статье сформулирована и решена задача алгоритмизации приближенных рассуждений для принятия знание ориентированных решений руководителем полетов и летчиком в особых случаях управления полетами, синтезированы алгоритмы вычисления заключений в разноразмерных -квантах знаний.

266. Худяев А. А. Влияние параметров случайных воздействий и полосы пропускания точного канала на качество итерационной двухканальной системы с эталонной настройкой / А. А. Худяев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 148-156.
- В рамках задачи синтеза двухканальной системы управления с самонастройкой точного канала определены необходимые функционалы качества и проанализировано влияние полосы пропускания второго (компенсирующего) канала и характеристик случайных внешних воздействий на точность итерационной двухканальной воспроизводящей системы с заданными эталонными операторами каналов.*
267. Цифровая система компенсации несинхронных импульсных помех / В. А. Часовский, Н. П. Чернобородова, М. П. Чернобородов, Д. М. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – С. 41-44.
- Рассмотрен алгоритм обработки радиолокационной информации, поступающей на вход когерентно-импульсной РЛС, позволяющий произвести обнаружение и компенсацию несинхронной импульсной помехи (НИП) по результатам обработки одного элемента разрешения по дальности. Алгоритм основан на использовании доплеровских фазовых фильтров, сформированных из коэффициентов дискретного преобразования Фурье. Приведены результаты математического моделирования алгоритма обработки входного сигнала цифровой системой компенсации НИП, реализованной на основе спектрального анализа характеристик НИП. Предложено несколько вариантов построения системы компенсации НИП.*
268. Krasilenko V. The associative 2d-memories based on matrix-tensor equivalent models / V. Krasilenko, O. Nikolsky, S. Pavlov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2002. – № 2 (8). – Р. 45-54.
- The new principles of development of associative memory (AM) and neural networks (NN) for 2D-image based on matrix-tensor equivalent models (MTEMs) are considered. The given models use 2-D image adaptive-equivalent weighting in order to increase memory capacity while storing highly correlated 2D images. The architectures of NN and AM are also suggested. Basic devices for implementations on the base of matrix-tensor equivalent model are matrix-tensor equivalentors (MTE). The MTEMs for two level and multilevel 2D-images are shown. The results of recognition processes modeling in such AM are given on the example of 2D-image recognition with the number of neuron from 10-20 thousand. A successful recognition of correlated image is achieved.*

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2003

№ 1

269. Балыкова А. Ю. Аппаратно-программная реализация алгоритма восстановления интерполяционными сплайнами / А. Ю. Балыкова, В. М. Жигачев, Б. В. Чувыкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 47-50.
- Рассмотрены вопросы проектирования интерполирующих аналого-цифровых фильтров, реализующих алгоритмы сплайн-интерполяции. Приведены примеры расчета вариантов структур АЦФ и результаты имитационного моделирования.*
270. Баркалов А. А. Синтез автомата Мили с преобразованием микроопераций в коды состояний / А. А. Баркалов, Ахмад Камаль Эль-Джейби, А. А. Красичков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 51-54.
- Предлагается метод оптимизации логической схемы микропрограммного автомата, основанный на преобразовании кодов микроопераций в коды состояния. Определены условия применения метод, и приведен пример его использования.*

271. Берестнева О. Г. Компьютерная психодиагностическая система для оценки профпригодности персонала разделительных производств / О. Г. Берестнева, В. А. Власов, А. А. Орлов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 54-59.

Предлагается система компьютерных психодиагностических тестов для оценки профпригодности персонала разделительных производств. Разработаны гибкая система оценки профессиональной пригодности, а также оригинальная методика тестирования и удобная для пользователя компьютерная программа оценки индивидуальных особенностей и правильности выбора будущей профессии школьников и абитуриентов.

272. Васечкина Е. Ф. Формирование структуры полиномиальной нейронной сети с помощью генетического алгоритма / Е. Ф. Васечкина, В. Д. Ярин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 59-65.

Предлагается новый метод построения архитектуры однонаправленной полиномиальной нейронной сети с одновременной идентификацией весовых коэффициентов. Алгоритм базируется на сочетании метода группового учета аргументов и генетического алгоритма. Метод применяется для решения задач математического моделирования параметров водной среды. Результаты сравниваются с полученными другими методами на тех же данных.

273. Вершина А. И. Моделирование процесса обучения / А. И. Вершина, Б. Т. Солдатов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 16-20.

Предложена модель процесса обучения, основанная на предположении, что вероятность получения знаний в бесконечно малом промежутке времени пропорциональна размеру этого промежутка. Рассмотрены условия, при которых обучение можно описать как марковский процесс. Получены выражения для ожидаемых затрат времени на обучение и их дисперсии.

274. Гавриляко В. М. Задача коммивояжера и генетические алгоритмы / В. М. Гавриляко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 72-76.

Изучается генетический алгоритм решения задачи коммивояжера. Акцент делается на возможности его практического применения.

275. Горбачев М. Н. Аналитический метод нахождения периодических негармонических решений в некоторых задачах теории радиотехнических и электронных цепей / М. Н. Горбачев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 122-126.

Обсуждается метод нахождения периодических решений, позволяющий описать в замкнутой форме установившиеся процессы в линейных радиотехнических и электрических цепях с сосредоточенными параметрами при питании негармоническим напряжением.

276. Гостев В. И. Синтез оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов для объектов управления с чистым запаздыванием / В. И. Гостев, В. В. Крайнев, С. Н. Скуртов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 126-130.

Изложены особенности синтеза оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов для объектов управления с чистым запаздыванием. Представлены результаты исследования процессов в системе автоматического управления температурой электропечи при использовании оптимальных по быстродействию цифровых регуляторов.

277. Дзензерский В. А. Радиофизический подход к измерению скорости газовыделения в свинцово-кислотных аккумуляторных батареях / В. А. Дзензерский, С. В. Плаксин, И. И. Соколовский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 7-12.

Предложен радиофизический метод контроля газовыделения в свинцово-кислотных аккумуляторах, основанный на изменении распределения электрического поля в волноводной электродинамической системе, содержащей стабилизированный полупроводниковый ганновский генератор. Информация о скорости газовыделения позволяет оценить меру саморазряда и степень заряженности аккумуляторной батареи, оптимизировать режим заряда аккумуляторной батареи.

278. Дядичев В. В. Микропроцессорная система управления комплексом по переработке отходов полимерных материалов / В. В. Дядичев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 131-134.

Предложена автоматизированная система управления процессом приготовления многокомпонентной соэкструзионной смеси из отходов полимерных материалов. Разработан алгоритм функционирования системы, средств управления комплексом, аппаратная и программная часть микропроцессорной системы оперативного управления качеством приготовления соэкструзионной смеси.

279. Еремин Е. Л. Разработка цифровых алгоритмов для системы с запаздыванием по управлению / Е. Л. Еремин, Л. В. Ильина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 134-139.

В классе самонастраивающихся систем с явной эталонной моделью рассматривается решение задачи синтеза цифровых алгоритмов настройки для объекта с запаздыванием по управлению. Использование критерия гиперустойчивости и метода непрерывных моделей позволяет обеспечить желаемое качество управления в условиях априорной неопределенности, обеспечивая достижение поставленных целей адаптации.

280. Заварзин А. В. Разработка и исследование иерархических агломеративных алгоритмов районирования / А. В. Заварзин, В. И. Месюра // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 76-81.

В статье рассматривается задача районирования, т.е. задача классификации многомерных пространственных данных при учете ограничений на географическую смежность получаемых классов-районов. Приводятся классические агломеративные методы иерархической классификации, для которых разработаны и реализованы их аналоги - агломеративные алгоритмы районирования.

281. Литвиненко В. И. Объектно-ориентированная реализация алгоритма клональной селекции / В. И. Литвиненко, А. А. Фефелов, С. П. Горавский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 81-88.

В работе представлены результаты проектирования объектно-ориентированной библиотеки для решения оптимизационных задач при помощи алгоритма клональной селекции. Приводится модель алгоритма в виде его пошаговой реализации. Структура библиотеки и отношения между классами показаны на схемах и разъясняются в тексте статьи.

282. Мисюра А. А. Собственные функции и числа прямоугольного волновода с фрактальными широкими стенками / А. А. Мисюра, В. М. Онуфриенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 12-15.
- Представлены результаты исследования прямоугольного металлического волновода с фрактальными широкими стенками. Для нахождения собственных функций и чисел электромагнитных волн, распространяющихся в такой структуре, применен аппарат дробного интегро-дифференцирования. Определена зависимость значений собственных волновых чисел от величины скейлингового показателя, характеризующего степень фрактальности стенок в волноводе. Показано совпадение результатов расчета с классическими, соответствующими идеальной проводимости металлических стенок волноводов.*
283. Митрохин С. А. Иерархическая структура модели анализа и прогнозирования подтопления: анализ моделей-оснований / С. А. Митрохин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 89-95.
- Представлена иерархическая структура пробле-морозрешающей модели анализа и прогнозирования подтопления. Рассмотрены модели естественных и техногенных источников подтопления, знаковые модели факторов развития процесса, особенности решения задач зонирования и визуализации нечетких границ объектов.*
284. Пархоменко А. В. Автоматизированная система анализа финансово-экономических показателей деятельности предприятия / А. В. Пархоменко, Н. В. Кузовенков, О. В. Шинкарук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 95-98.
- В статье рассмотрена концепция разработки современной автоматизированной системы анализа финансово-экономических показателей деятельности предприятия с использованием OLAP-технологии.*
285. Пиза Н. Д. Исследование эффективности применения параллельных вычислительных систем для моделирования движения космического аппарата / Н. Д. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 98-104.
- В статье исследуется коэффициент ускорения и эффективность параллельных блочных одношаговых методов интегрирования для моделирования движения космического аппарата на параллельных вычислительных системах с распределенной памятью и реализацией обмена данными между процессорами с помощью функций библиотеки MPI.*
286. Потапенко Е. Е. Синтез и анализ аналого-цифровых адаптивных наблюдателей многофазных неопределенных сигналов / Е. Е. Потапенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 139-142.
- В статье синтезированы аналого-дискретные адаптивные однокаскадный и многокаскадный наблюдатели, одновременно оценивающие проекции на неподвижный базис вектора (тока или напряжения) и скорость плоского вращения этого вектора на фоне помех, обусловленных широтно-импульсной модуляцией. Наблюдатели совершенно не искажают фазы полезных составляющих выходных сигналов преобразователя частоты, что наиболее важно, и слегка искажают их амплитуды только в быстротечных переходных процессах.*

287. Псарев В. И. Структурная устойчивость тонких островковых пленок. Расчеты и компьютерный анализ / В. И. Псарев, Л. А. Пархоменко, А. Ф. Куликов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 16-20.
- Приведено описання дисперсійно-комп'ютерного аналізу тонких островкових плінок з ілюстрацією застосованого методу. З його допомогою може бути встановлена можлива кореляційна зв'язь між ознаками зміни со временем експериментальних гістограм і внутрісистемними процесами, викликаючими трансформацію розподілів островків по розмірам в процесі структурного огрублення плінок.*
288. Романенко С. Н. Система моделирования фракталоподобных рассеивающих структур / С. Н. Романенко, Л. М. Карпуков, Р. Д. Пулов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 21-24.
- В роботі представлені результати моделювання розсіюючих конструкцій, побудованих на основі фрактало-подібних структур. Розрахунки виконувалися з допомогою автоматизованої системи, яка дозволяє інтерактивно змінювати геометрію структури, вивчати розподіл токів і аналізувати діаграму напрямленості в різних використовуваних системах координат. Проведено порівняння результатів моделювання з даними експериментальних вимірювань. Показано, що властивості фракталів можуть бути використані для мініатюризації антен.*
289. Серпенинов О. В. Предварительная нейрообработка изображений в условиях шумов / О. В. Серпенинов, Е. А. Самойлин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 111-114.
- В роботі представлені результати попередньої обробки зашумлених зображень одношаровою нейронною мережею для подальшого розпізнавання. Нейросетевая обробка, що включає виділення контурів об'єктів і зменшення рівня шумів, порівняна з аналогічною цифровою. Моделювання мережі проведено для випадків лінійних і сигмоїдальних активувальних функцій нейронів. Показано, що обробка зашумлених зображень запропонованою нейронною мережею є більш переважною порівняно з аналогічною цифровою для її використання в оптико-електронних системах.*
290. Сизиков В. П. Конфигурация объекта как интерфейс между математическим и физическим содержанием модели / В. П. Сизиков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 104-110.
- Встановлено, що конфігурація об'єкта або поля є фізично значущою характеристикою, а для адекватного урахування конфігурації об'єкта необхідно тримати орієнтир на її 3-мерну просторову протяжність. Картина розгорнута на прикладі руху об'єкта в фізичному полі, в тому числі, космічного апарату з трітій системою.*
291. Субботін С. О. Алгоритми кластер-регресійної апроксимації та їх нейромереві інтерпретації / С. О. Субботін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 1 (9). – С. 114-121.
- Запропоновано алгоритми, які дозволяють будувати моделі кількісних залежностей за точковими даними, що враховують топологічні та статистичні властивості даних. Розроблено нейромереві інтерпретації запропонованих алгоритмів.*

292. Худяев А. А. Суммарные функционалы качества итерационных двухканальных систем управления с эталонной настройкой и при случайных воздействиях / А. А. Худяев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 142-148.
- Рассматривается получение суммарных функционалов качества для оценки эффективности и анализа процессов самонастройки итерационных двухканальных воспроизводящих систем с заданными эталонными операторами каналов управления и при случайных входных воздействиях.*
293. Шушляпин Е. А. Модификация метода конечного состояния для синтеза управления реального времени в многомерных нелинейных терминальных системах с дифференцируемыми нелинейностями / Е. А. Шушляпин, А. Е. Шушляпина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 149-153.
- Предложена модификация метода конечных состояний для ' синтеза управлений реального времени применительно к многомерным нелинейным терминальным системам с дифференцируемыми нелинейностями. Модифицированный метод применен для моделирования управления переходным процессом при включении электродвигателя постоянного тока последовательного возбуждения.*
294. Электростимулятор глазных мышц экспоненциальными модулированными импульсами / Е. Я. Швец, Л. Л. Веревкин, О. Н. Поправка, А. П. Посунько // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – С. 24-26.
- Рассматриваются вопросы разработки и использования миниатюрных импульсных электростимуляторов глазных мышц для офтальмологии. Разработан прибор, который представляет собой генератор импульсов с несущей средней частотой 5000 Гц, фронты которых изменяются по экспоненциальному закону. Период повторения импульсов регулируется в пределах от 5 до 100 Гц. Прибор изготовлен по технологии гибридных микросборок, что позволило значительно уменьшить его габаритные размеры и удобство для использования в офтальмологии.*
295. Ahmad J. Hybrid learning algorithm for neural networks / J. Ahmad // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – Р. 33-37.
- This paper presents a hybrid algorithm for the learning mechanism of the neural network model which adjusts weights twice in any single iteration. This new algorithm is a combination of a machine learning algorithm proposed by Gabor in 1960s and LMS algorithm. This hybrid algorithm uses two different equations based on mean square errors to optimize weights. The algorithm showed better performance when compared with Least Mean Square (LMS) and Back Propagation (BP) learning algorithms using pattern recognition problem and learning curve are also investigated with the help of experimental study.*

296. Hsu C. Optimizing radiation pattern of broadside array antenna by amplitude-position perturbations using a genetic algorithm / C. Hsu, K. K. Yen, T. Babij // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – Р. 3-7.

This paper presents the implementation of the broadside antenna by using adaptive array antenna. Even though this kind of broadside antenna is little bit costly compared with the conventional ones, its performance can be improved because it is possible to null the interfering signals and maximize the main lobe towards the array normal at the same time. Thus the optimal radiation pattern can be obtained. In many applications, it is required to have the maximum radiation of an array directed toward the array normal. An optimal radiation pattern design for a broadside array antenna is not only to derive the maximum power radiation at the array normal direction but also to suppress interference by placing a null at the direction of the interfering sources. The Signal Interference Ratio (SIN) can be maximized. Genetic algorithms are used for the search of the optimal radiation pattern by amplitude-position perturbations. Details on the structure of the system, radiation pattern formulation, the application of the genetic algorithm and simulation results are given.

297. Karasawa S. The intelligent circuit that is operated by transmission of impulse as symbol of activity / S. Karasawa // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – Р. 37-42.

If activities on sensors are represented by a subset of impulses and actions of actuators are represented by another subset of impulses, the working memory is formed through the activity concurrently by connecting the points where impulses exist. The intelligent behavior described in a flow chart can be achieved by means of the circuit that transfers an impulse as an activity.

298. Loc, Ho Dac. Design of an adaptive fuzzy logic controller for nonlinear dynamic system / H. D. Loc // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – Р. 29-33.

In this paper, an adaptive fuzzy controller is designed for a general higher-order nonlinear continuous system. The synthesized controller ensures that 1) the close-loop system is globally stable and 2) the tracking error converges to zero asymptotically. The fuzzy controller is synthesized from a collection of IF-THEN rules. The parameters of the membership functions characterizing the linguistic terms change according to some adaptive law for the purpose of controlling a plant to track a reference trajectory.

299. Men'shikov G. G. On the educational course of localizing computing / G. G. Men'shikov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 1 (9). – Р. 27-28.

The fundamental mathematical ideas are described which realize the localizing computing of the desired objects.

№ 2

300. Архипов А. Е. Смещение оценок дисперсии оценок, получаемых с помощью скользящего контроля / А. Е. Архипов, Е. А. Бабенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 96-101.

В работе показано, что оценка дисперсии оценки метода наименьших квадратов, получаемая с помощью варьирования выборки по методу скользящего контроля, может быть сколь угодно сильно смещённой, причём относительное смещение всегда бесконечно возрастает с ростом объёма выборки.

301. Бондарев Б. Н. Использование преобразования Меллина в статистической радиотехнике и электросвязи / Б. Н. Бондарев, Д. М. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 2 (10). – С. 47-51.
Проведен сравнительный анализ двух методов вычисления плотности вероятностей и моментов произведения и частного независимых случайных величин. Показано, что преобразование Меллина в случае многих случайных переменных упрощает процедуру вычислений по сравнению с другими известными методами.
302. Борулько В. Ф. Поперечно-електричні хвилі у двовимірному брегівському резонаторі з неперіодичним радіальним збуренням діелектричної проникності / В. Ф. Борулько // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 2 (10). – С. 15-20.
Розглянуто брегівське відбиття поперечно-електричних хвиль, що поширюються в середовищі з малою радіальною квазіперіодичною неоднорідністю діелектричної проникності. З використанням комплексної форми методу Крилова-Боголюбова-Митропольського отримані вирази коефіцієнтів зв'язку хвиль, що поширюються. Досліджені резонансні властивості для різних кутових номерів.
303. Галько С. В. Методологічні аспекти моделювання складних динамічних систем автоматизації на основі ортогональних рядів Вінера-Вольтерра / С. В. Галько // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 2 (10). – С. 118-121.
В роботі розглядається методологічний підхід математичного моделювання складних (багатомірних) стаціонарних нелінійних систем автоматизації з кінцевою пам'яттю на базі відомих методів ідентифікації динамічних об'єктів. На основі математичного апарату рядів Вінера-Вольтерра отримано математичну модель опису динамічних характеристик нелінійних систем об'ємної (прошаркової) обробки інформації.
304. Гостев В. И. Исследование систем автоматического управления частотами вращения роторов двухвального двухконтурного ГТД при произвольных входных воздействиях / В. И. Гостев, А. Ю. Кардаков, С. А. Маглюй // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 2 (10). – С. 143-152.
Изложены результаты исследования систем автоматического управления частотами вращения роторов двухвального двухконтурного газотурбинного двигателя с оптимальными по быстродействию и нечеткими цифровыми регуляторами при произвольном входном воздействии на различных базовых режимах работы двигателя методом математического моделирования.
305. Гостев В. И. Синтез фаззи-системы стабилизации баллистической ракеты по углу тангажа / В. И. Гостев, С. А. Маглюй, В. Н. Яременко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2003. – № 2 (10). – С. 51-56.
Розглянуті результати синтезу нечіткого (працюючого на базі нечіткої логіки) регулятора для системи стабілізації балістичної ракети по куту тангажа. Методом математичного моделювання визначені процеси в системі і показано, що на основі використання нечіткого регулятора можливо дуже значне поліпшення якості системи, яке визначається похибкою разузгодження при відпрацювання програмної траєкторії.

306. Грядун В. И. Воздействие атомарного водорода на энергию связи в поверхностных слоях германия / В. И. Грядун, В. П. Шаповалов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 56-60.

Рассматривается механико-молекулярное моделирование поведения атомарного водорода в кристаллическом германии методом ММ+. Получена геометрически оптимизированная структура и найдены минимальные значения потенциала Ван дер Ваальса 6-12 для неё. Квантовые энергетические свойства модели рассчитываются и анализируются в рамках полуэмпирического расширенного метода Хюкеля.

307. Гулин С. П. Алгоритм моделирования оптоэлектронных компонент нелинейных инерционных цепей в режиме большого сигнала / С. П. Гулин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 60-65.

Предложен алгоритм моделирования оптоэлектронных компонентов в режиме большого сигнала, адаптированный к методам анализа Вольтерры - Пикара. Форма описания моделей упрощает процедуру характеристики, минимизирует ошибку аппроксимации при изменении спектра, нормы воздействия и/или номера итерации, снижает вычислительные затраты анализа объектов данного класса.

308. Дочвири Д. Н. Оптимизация динамики тиристорного электропривода с упругим звеном по критериям Калмана-Фробеньюса / Д. Н. Дочвири // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 152-158.

Разработаны методы оптимизации переходных процессов для тиристорного электропривода с упругим звеном на основе современной теории автоматического управления. Выведены формулы для расчета оптимальных коэффициентов регуляторов (обратных связей) системы. Разработана схема последовательного корректирующего устройства на базе двух операционных усилителей, которая обеспечивает максимальное быстродействие привода. Приведены кривые переходных процессов систем приводов.

309. Дубовик С. А. Вероятностно-асимптотический метод композиционного синтеза в соотношении с процедурой робастного - H_∞ управления / С. А. Дубовик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 121-125.

Рассматривается задача стабилизации одного из состояний равновесия нелинейного слабо возмущенного объекта в условиях полной информации о векторе состояния. Для решения задачи предлагается вероятностно-асимптотический метод, основанный на функционале действия. Данный подход сравнивается с гарантированным управлением, являющимся решением задачи робастного H_∞ -синтеза.

310. Дубровін В. І. Методи оптимізації та їх застосування в задачах навчання нейронних мереж / В. І. Дубровін, С. О. Субботін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 166.

311. Карпуков Л. М. Квазидинамическая аппроксимация входного импеданса микрополосковой линии / Л. М. Карпуков, В. О. Рыбин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 23-26.

Предложены простые соотношения для расчета дисперсионных зависимостей входного импеданса микрополосковой линии. Для анализа линии использовано интегральное уравнение, составленное с помощью функции Грина, определенной в квазидинамическом приближении.

312. Козырев В. Г. Оптимальный регулятор выхода сингулярно возмущенных систем / В. Г. Козырев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 125-131.

Построено асимптотическое приближение оптимального терминального регулятора выхода сингулярно возмущенных систем, равномерное по области управления. Приближение представлено в общей композиционной форме решения линейно-квадратичной задачи оптимального управления.

313. Крищук В. Н. Исследование методов реализации микрополосковых фильтров нижних частот / В. Н. Крищук, А. Ю. Фарафанов, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 66-70.

Исследуются методы реализации и возможности оптимизации конструкций микрополосковых фильтров нижних частот. Представлен метод повышения точности модели микрополоскового фильтра нижних частот и способ уменьшения размеров фильтра, основанный на оптимизации конструкции индуктивных элементов фильтра. Анализируется зависимость выходных параметров фильтра от изменений конструктивных размеров фильтра при оптимизации. Приводятся результаты оптимизации микрополоскового фильтра нижних частот.

314. Логачева Л. М. Эквивалентный поверхностный импеданс круглого отверстия в узкой стенке прямоугольного волновода / Л. М. Логачева, В. П. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 26-30.

Исходя из энергетических соотношений, получена интегральная характеристика, описывающая импедансные свойства круглого отверстия в узкой стенке прямоугольного волновода и физически представляющая эквивалентный импеданс. Проведен анализ полученных результатов.

315. Магро В. И. Дифракция электромагнитных волн на плоском зонированном зеркале / В. И. Магро, В. М. Морозов, О. О. Рихтер // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 31-33.

Рассмотрен общий подход к анализу явления дифракции на плоском зонированном зеркале. Анализируются фокусирующие свойства данной структуры. Экспериментально исследована структура дифрагированного поля.

316. Онуфрієнко В. М. Інтегродиференціальне моделювання просторової фрактальної неоднорідності плазмоїдів / В. М. Онуфрієнко, Т. О. Штефан // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 38-42.

Пропонується модель зарядів та α -польних моментів для дослідження просторових властивостей плазмоїдів (неоднорідного фрактального заповнення деякої області згустками однорідної плазми). За допомогою інтегродиференціального числення задача зводиться до класичного розгляду однорідного заповнення області речовиною (плазмою), але у термінах α -характеристик радіус-вектора положення для однорідної множини. Виявлено вплив неомогенної структури плазмоїда на величину діелектричної проникності та можливість управління.

317. Онуфрієнко В. М. Скейлінгові властивості розподілів зарядів у нанопокриттях поверхонь / В. М. Онуфрієнко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 33-38.

Розроблена модель неоднорідної поверхні фрактального нанопокриття застосовується для зведення задачі про розподіл зарядів на складних геометричних носіях до задач про α -розподіл проєкцій на однорідну поверхню тонких плівок з геометричними фрактальними сингулярностями. Узагальнено модель для визначення мультифрактальної міри заряду у вигляді моменту з відповідним показником фрактальності та порядком, що визначаються через показник Гольдера. Результати роботи можуть використовуватись для розв'язування задач про управління електричним полем за рахунок варіювання скейлінгового показника у хвилеводних системах з поверхневим нанопокриттям.

318. Орлов В. В. Обнаружение местоположения источника излучения на основе корреляционной пространственной обработки / В. В. Орлов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 42-46.

Для системи просторово рознесених приймачів з кореляційною обробкою сигналів визначені вимоги до якості виявлення випадкового сигналу в залежності від розміру оброблюваної вибірки. Запропоновано простий алгоритм розрахунку координат джерела випромінювання на основі тимчасових затримок виявлених сигналів.

319. Пиза Д. М. Особенности адаптации поляризационных фильтров при ограничении весовых коэффициентов / Д. М. Пиза, Б. Т. Солдатов, А. П. Залевский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 71-73.

Проведен анализ эффективности применения автоматических поляризационных селекторов с учетом ограничения весовых коэффициентов. Показано, что в реальных условиях функционирования селектора существует область взаимных поляризационных базисов, при которых ослабление помех существенно ухудшается. Приведены результаты расчетов.

320. Потапенко Е. Е. Оценка потокосцеплений асинхронных двигателей при наличии погрешностей измерений тока и напряжения / Е. Е. Потапенко, А. В. Соломаха, А. А. Куликов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 159-161.

Синтезированы алгоритмы оценки потокосцеплений ротора и статора асинхронных двигателей при наличии постоянных погрешностей измерения тока и напряжения. Алгоритмы устраняют известную проблему "чистого" интегрирования и минимизируют объем вычислений. Рассмотрены вопросы помехозащищенности от эффекта квантования в преобразователе частоты с широтно-импульсной модуляцией.

321. Применение методов классификации в задаче обработки данных экспертного опроса / А. Е. Архипов, С. А. Архипова, С. А. Носок, И. В. Пишко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 104-108.

Рассматривается применение методологии классификации к обработке экспертных оценок. Методы классификации применяются как непосредственно для принятия решения по экспертным данным, так и на этапе их предварительной обработки, целью которой является повышение информативности и достоверности данных. Для формирования классификационных признаков вводятся модели экспертов.

322. Спрощені підходи дробово-раціонального представлення в спектрально-сполученій області для визначення параметрів відбивальних структур / М. В. Андрєєв, В. Ф. Борулько, О. О. Дробахін, Д. Ю. Салтиков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 9-15.

Розглянута можливість застосування лінійних підходів для апроксимації спектральних даних однополюсною функцією і використання дробово-раціональної інтерполяції спектральних даних з метою прискорення процедури визначення параметрів адитивної експоненціальної моделі. Проаналізовані точнісні характеристики запропонованих методів і проведено їхнє порівняння з аналогічними характеристиками інших методів даного класу.

323. Субботин С. А. Методика и критерии сравнения моделей и алгоритмов синтеза искусственных нейронных сетей / С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 109-114.

Предложены критерии и методика, позволяющие количественно оценивать уровень логической прозрачности многослойных нейронных сетей прямого распространения, что дает возможность осуществлять сравнение и обосновывать выбор нейромоделей в задачах интеллектуального анализа данных.

324. Худяев А. А. Экстремальные характеристики качества и законы самонастройки точного канала итерационной двухканальной системы управления при случайных воздействиях / А. А. Худяев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 132-138.

Рассматриваются экстремальные характеристики показателя эффективности и законы самонастройки полосы пропускания второго, точного канала итерационной двухканальной системы управления при изменении интенсивности случайных помех в каналах.

325. Цыганков В. Д. Спиновые стекла, нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" и квантовые вычисления / В. Д. Цыганков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 114-117.

Возможность интерпретации виртуального нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" [1] как квантового вычислителя была предпринята ранее в работах [2, 4]. В настоящей работе предпринята попытка провести сопоставление между свойствами спиновых стекол и информационными процессами в виртуальной нейронной сети нейрокомпьютера "ЭМБРИОН". Показано, что нейронная сеть нейрокомпьютера может быть представлена некоторым информационным аналогом спинового стекла.

326. Чернобородов М. П. Моделирование цифровой системы компенсации несинхронных импульсных помех / М. П. Чернобородов, Н. П. Чернобородова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – С. 74-78.

Методом математического моделирования проанализирован алгоритм обработки радиолокационной информации, поступающей на вход когерентно-импульсной РЛС, который позволяет произвести обнаружение и компенсацию несинхронной импульсной помехи (НИП) по результатам анализа данных одного (основного) канала приема РЛС в одном элементе разрешения по дальности. Показана высокая эффективность цифровой системы компенсации НИП, реализованной на этом алгоритме.

327. Шило Г. М. Интервальные методы назначения эксплуатационных допусков / Г. М. Шило, О. Ю. Воропай, М. П. Гапоненко // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – С. 78-82.
Запропоновано метод синтезу і оптимізації експлуатаційних допусків з використанням спрощених інтервальних моделей. Розроблено ітераційний алгоритм призначення допусків з поступовим уточненням моделі. Проведено тестування розробленого математичного і програмного забезпечення на реальних прикладах.
328. Шушляпин Е. А. Управление терминальными нелинейными дискретными системами методом конечного состояния / Е. А. Шушляпин, О. Г. Подольская // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – С. 138-142.
Предложена модификация метода конечных состояний для синтеза управлений многомерными нелинейными дискретными по времени терминальными системами с дифференцируемыми нелинейностями. Рассмотрен пример.
329. Экспериментальное исследование отражения электромагнитных волн СВЧ-диапазона (8 - 12 ггц) от пенных структур на основе водных растворов / О. О. Дробахин, Е. В. Кондратьев, В. Г. Короткая, Л. А. Филинский // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – С. 20-23.
Представлены экспериментальные результаты измерения отражения и поглощения электромагнитных волн СВЧ диапазона (8 - 12 ГГц) от размещенных в свободном пространстве образцов пены на основе водных растворов в зависимости от толщины (пределы изменения от 110 до 2 мм) и времени существования пены.
330. Candik M. Discrete orthogonal transforms in digital image watermarking / M. Candik // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – Р. 83-91.
Basic principles of digital image watermarking based on discrete orthogonal transforms are in this paper presented. Digital image watermarking based on using of Karhunen-Loeve Transform (KLT) and Discrete Cosine Transform (DCT) is in the paper presented in more details. Experimental verification of both methods was realized on static grayscale images Einstein and Samuel.
331. Gnilenko A. B. Microstrip discontinuity analysis using finite-difference time-domain method / A. B. Gnilenko, O. V. Paliy // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – Р. 6-9.
The finite-difference time-domain method with Mur's first order absorbing boundary conditions is applied to the analysis of a microstrip open end and a microstrip gap. Based on Maxwell's equation discretization, computational algorithms are developed to simulate Gaussian pulse diffraction by the discontinuities. Qualitative time-domain data are obtained to illustrate scattering process evolution. Frequency-domain results in terms of S -matrix elements are calculated and compared with other available data.
332. Peric Z. H. Asymptotic analysis of nonuniform polar quantization / Z. H. Peric, D. R. Aleksic // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2003. – № 2 (10). – Р. 92-96.
The motivation for this work is maintaining high accuracy of phase information that is required for some applications such as interferometry and polarimetry, polar quantization techniques as well as their applications in areas such as computer holography, discrete Fourier transform encoding, and image processing. In this paper the simple and complete asymptotically analysis is given for a nonuniform polar quantizer with respect to the mean-square error (MSE) i. e. granular distortion (D_g). The equation for $D_{g\text{ opt}}$ is given in a closed form. The goal of this paper is solving the quantization problem in case of nonuniform polar quantizer and finding the corresponding support region. We also gave the conditions for optimum of the polar quantizer and optimal compressor function. The construction procedure is given for iid Gaussian source.

333. Tumilo-Denisovich E. V. Criterion of informativeness "P - M" in pattern recognition / E. V. Tumilo-Denisovich // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. – № 2 (10). – Р. 102-104.

This paper is concerned with examination of relatively new criterion for solving pattern recognition problem. It turns out that this criterion generalizes Bayesian approach. This criterion has a simple form, clear practical sense and is intuitively obvious, also can be used in multivariant prediction tasks.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2004

№ 1

334. Ахметшин А. М. Анализ эхо-импульсных изображений слоистых структур: метод сигнального подпространства / А. М. Ахметшин, А. А. Степаненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 5-9.

Рассмотрен новый подход к анализу эхо-импульсных изображений, позволяющий повысить чувствительность анализа и обеспечивающий возможность управляемой компенсации влияния многократных переотражений. Представлены результаты экспериментальной проверки информационных возможностей метода.

335. Бескоровайный В. В. Синтез топологии территориально распределенных систем с кольцевыми структурами / В. В. Бескоровайный // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 50-54.

Рассматривается задача синтеза топологии территориально распределенных систем в классе кольцевых (радиально-кольцевых) структур с расширенным набором оптимизируемых параметров и ограничений. Предложены математическая модель и метод решения задачи. Приведены оценки временной сложности и точности предложенного метода.

336. Богуслаев А. В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий в авиадвигателестроении / А. В. Богуслаев, В. И. Дубровин, И. А. Набока // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 136-145.

Рассмотрены современные информационные технологии, которые используются на всех этапах жизненного цикла авиационных двигателей (при проектировании, изготовлении, эксплуатации). Исследовано их состояние, а также опыт внедрения на предприятиях авиадвигателестроения.

337. Вершина А. И. Учебный процесс как иерархическая система / А. И. Вершина, Б. Т. Солдатов, А. А. Ермоленко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 54-62.

Процесс обучения рассматривается с позиции теории решения задач и представляется как иерархическая система принятия решений. Каждый уровень получения знаний описывается как процесс Маркова, поглощающие состояния которого определяют параметры элементов вышестоящих уровней.

338. Гостев В. И. Оценка робастности системы регулирования давления пара в испарителе парового котла с различными цифровыми регуляторами / В. И. Гостев, В. В. Крайнев, В. А. Иванченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 163-167.

Изложена оценка робастности системы регулирования давлением пара в испарителе парового котла. Представлены результаты математического моделирования системы с цифровым оптимальным по быстродействию регулятором, ПИД-регулятором и нечетким (работающим на базе нечеткой логики) регулятором.

339. Гулин С. П. Анализ спектра отклика нелинейности, представленной аналитической трансцендентной функцией, на многочастотное воздействие большой нормы / С. П. Гулин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 21-28.

Предложена аналитическая трансцендентная функция для моделирования двух и многополюсных безынерционных нелинейных элементов. Получена формула для отклика нелинейности, амплитудная характеристика которой представлена предложенной функцией, на многочастотное воздействие большой нормы. Полученные результаты позволяют моделировать как отдельные компоненты, так и широкий класс электронных устройств в режимах малого и большого сигналов с произвольным спектром.

340. Дедуктивная технология моделирования дефектов цифровых устройств / И. В. Хаханова, И. А. Побеженко, А. В. Киященко, А. Н. Парфентий // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 100-114.

Предлагается быстроедействующий дедуктивно-параллельный метод обратного моделирования неисправностей, использующий процедуру суперпозиции решений, ориентированный на обработку цифровых проектов большой размерности вентильного и регистрового уровней описания. Представляются структуры данных и алгоритмы для реализации метода в составе автоматической системы генерации тестов.

341. Дубровина А. В. Групповая система поддержки принятия решений / А. В. Дубровина, Т. В. Пугина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 145-149.

Рассматривается проблема повышения эффективности процесса принятия групповых решений. Предлагается использование групповой системы поддержки принятия решений, распределенной в пространстве, и включающей в себя базу методов принятия групповых решений и инструменты снижения субъективности результата процесса принятия решений.

342. Информационное моделирование предметной области системы автоматизированного проектирования средств технологического оснащения производства / И. Ш. Невлюдов, Е. И. Литвинова, В. В. Усик, О. В. Буйвол // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 72-76.

Автоматизация проектирования технологического оснащения позволяет значительно сократить временные и денежные затраты на технологическую подготовку производства. В статье рассмотрена семантическая модель информационного обеспечения САПР оснастки, которая может быть использована в процессе программной реализации алгоритма проектирования технологического приспособления.

343. Карпуков Л. М. Квазистатическое моделирование микрополосковых линий на комбинированных подложках / Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко, Н. Н. Касьян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 9-14.

В работе на основе метода вторичных источников и декомпозиционных схем кусочно-однородных сред разработан универсальный алгоритм расчета функций Грина для электростатического потенциала. Для построения декомпозиционных схем предложена элементная база, представленная матрицами рассеяния. Алгоритм отличается простотой и удобством его использования для квазистатического анализа микрополосковых линий на подложках в виде комбинации слоёв как конечных, так и неограниченных размеров. Приведены примеры моделирования.

344. Кирсанова Е. В. Обобщенный метод кластер-регрессионной аппроксимации в задаче моделирования показателя здоровья детей / Е. В. Кирсанова, С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 62-67.

Рассмотрена задача построения модели зависимости показателя здоровья детей г. Запорожья от экологических, медико-генетических и социально-бытовых факторов. Предложено использовать обобщенный метод кластер-регрессионной аппроксимации, позволяющий строить логически прозрачные нейромодели в неинтерактивном режиме. Приведены результаты вычислительных экспериментов, демонстрирующие эффективность предложенного метода.

345. Козина Г. Л. Система "CryptoPro" защиты электронного документооборота / Г. Л. Козина, Р. Р. Дубинин, А. С. Горецкий // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 149-153.

В статье представлена система защиты электронного документооборота "CryptoPro". Рассмотрены проблемы поддержки инфраструктуры открытых ключей и электронной цифровой подписи. Авторами предложен вариант решения этих проблем, реализованный в данной системе.

346. Лизгин В. А. Оценка характеристик систем массового обслуживания типа М/М/1 по периодам занятости / В. А. Лизгин, О. Г. Руденко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 67-71.

Рассмотрена задача оценки интенсивности входящего потока и средней длительности обслуживания в системе массового обслуживания по наблюдениям моментов начала периода занятости для СМО типа М/М/1. Построены оценки интенсивности входящего потока заявок и средней длительности обслуживания.

347. Липчанский А. И. Синтез заданной нейронной сети в программируемую логику / А. И. Липчанский, У. И. Лесовик, Х. Зидат // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 122-127.

Описывается методология проектирования нейронных сетей (НС) для прогнозирования. С помощью пакета Neuro-Pro V 0.25 проведено обучение НС. Алгоритм функционирования НС описан на языке VHDL с учетом оптимальных параметров НС. Разработана модель НС, проверена правильность функционирования на тестовых примерах. При помощи пакета SynplifyPro 7.0 от Synplisity^ произведен синтез устройства с ориентацией на микросхему семейства Virtex-II XC2V6000. Приведены структуры НС, аппаратные затраты сведены в таблицу.

348. Мисюра А. А. Поверхностная мода в прямоугольном волноводе с анизотропной фрактальной пластиной / А. А. Мисюра, В. М. Онуфриенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2004. – № 1 (11). – С. 14-17.

Представлены результаты исследования поверхностной моды, распространяющейся в прямоугольном волноводе, частично заполненном поперечно намагниченным анизотропным ферритом. Для нахождения СС характеристик компонент поля в представленной среде использован аппарат дробного интегро дифференцирования. Определена зависимость значений поверхностного импеданса и компонент электромагнитного поля от величины скейлингового показателя, характеризующего степень фрактальности ферритового заполнения.

349. Нечипоренко Н. А. Об оптимальном вычислении интегралов от быстроосциллирующих функций / Н. А. Нечипоренко, Н. И. Белая // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 76-80.

На основе приближения функций интерполяционным параболическим сплайном строятся алгоритмы вычисления интегралов от быстроосциллирующих функций для двух классов функций. Для приведенных алгоритмов получены оценки погрешности и доказано, что они являются оптимальными по порядку.

350. Онуфрієнко В. М. Потенціали фрактальних шарів зарядів і струмів у штучному середовищі / В. М. Онуфрієнко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 17-20.

Показано зв'язок між потенціалом розподіленого по фрактальній множині заряду (струму) та потенціалом відображення за допомогою перетворення Кельвіна. Модель класичного точкового заряду у фрактально структурованій точці та фрактально структурованого заряду у класичній точці узагальнено у моделі фрактального шару. Демонструється застосування диферінтегралів для опису сукупності фрактальних зарядів (струмів).

351. Орловский И. А. Уточнение выхода фаззи-регулятора с помощью рекурсии / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 154-160.

Для повышения чувствительности фаззи-регулятора во всем диапазоне входных переменных предлагается уточнение результатов для каждого правила вывода с использованием свойства рекурсии. Логика рассуждений, сформулированная в правилах, повторяется для части диапазона входных переменных, что позволяет уточнять выходные сигналы регулятора. Получены уравнения пересчёта входных и выходных переменных. Рассмотрен конкретный пример уточнения выхода регулятора.

352. Пиза Д. М. Эффективность поляризационной селекции сигналов в радиолокации и связи / Д. М. Пиза, А. П. Залевский, Б. Н. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 28-31.

Отримано аналітичний вираз для оцінювання ефективності фільтрації сигналів у лінійному поляризаційному базисі. Проведено розрахунок залежності відношення сигнал/завада від поляризаційних розходжень в структурі сигналів та завад. Отримані результати дозволяють оцінювати ефективність поляризаційної фільтрації при довільних параметрах корисних та завадових сигналів.

353. Поздняков А. А. Анализ методов получения аналитической информации / А. А. Поздняков, С. Н. Сердюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 81-84.

Рассмотрена концепция контроллинга, ориентированная на систему учета, и ее основная задача информационная поддержка принятия решений. Для повышения оперативности получения аналитической информации используют системы поддержки принятия решений (СППР). Проанализированы математические методы технологии интеллектуального анализа данных, применяемые в СППР. Метод эволюционного программирования выбран как наиболее эффективный при интеллектуальном анализе данных.

354. Потапенко Е. Е. Информационное обеспечение векторного управления асинхронным двигателем / Е. Е. Потапенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 167-172.

Синтезированы алгоритмы оценки вектора состояния и сопротивлений статора и ротора асинхронного двигателя с уменьшенным объемом вычислений по сравнению с известными алгоритмами того же назначения.

355. Прокофьев В. П. Модели сигналов и помех, используемые в традиционных задачах загоризонтного обнаружения / В. П. Прокофьев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 31-38.

Проанализированы вероятностные модели нерелеевских флуктуаций огибающей сигналов, наиболее широко используемые в настоящее время при описании моделей сигналов и помех в задачах загоризонтной радиолокации. Сделано заключение о незавершенности и ограниченных статистических возможностях таких моделей. Приводится обобщение одномерных плотностей распределения вероятностей на многомерный случай для равномерного, гауссовского и логарифмически-нормального распределения.

356. Сетлак Г. Использование искусственных нейронных сетей для решения задач классификации в менеджменте / Г. Сетлак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 127-135.

В работе представлены результаты исследования возможности использования различных видов искусственных нейронных сетей для решения задач классификации. Целью исследований были анализ и оценка используемых методов классификации.

357. Скобцов Ю. А. Функциональные модели неисправностей цифровых систем / Ю. А. Скобцов, М. Л. Ермоленко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 84-90.

Рассмотрена проблема верификации и тестирования сложных цифровых систем, представленных на языках описания аппаратуры высокого уровня (VHDL, VERILOG). Исследованы функциональные модели неисправностей цифровых систем, описанных с помощью этих языков.

358. Табунщик Г. В. Робастное планирование эксперимента в задачах моделирования технических объектов / Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 90-94.

Рассмотрен метод робастного планирования эксперимента и особенности обработки результатов. Приведена реализация данного метода для приложений в области проектирования номинальных значений на параметры изделий (процессов) и назначении допустимых отклонений на проектируемые параметры.

359. Тимофеев В. А. О некоторых проблемах синтеза критических систем управления / В. А. Тимофеев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 160-162.

В статье рассматриваются и анализируются проблемы, возникающие при синтезе критических систем управления. Предлагаются структуры закона управления ARMAX-модели в пространствах $L(m, \delta)$ и $D(m, \delta)$.

360. Филатов В. А. О моделях обработки данных на основе иерархии сетей высокого уровня / В. А. Филатов, В. Е. Кучеренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 95-100.

В статье рассматриваются особенности управления иерархией взаимосвязанных задач на основе модифицированных предикатных и E-сетей в реальном масштабе времени. Определены условия маркирования метапозиций и вы-пополнения метапереходов в условиях иерархии сетей. Разработана технология управления сетей с переменной структурой на основе модификации функции инцидентности. Приведены примеры практических реализаций.

361. Шекета В. І. Модифікаційні предикатні запити, як множина логічних Prolog- програм з обмеженнями / В. І. Шекета // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 114-117.

У роботі показано, що кожний модифікаційний предикатний запит є еквівалентним деякій Prolog-програмі, із заданою множиною обмежень. Запропоновано формально-логічне визначення для процедури відображення множини модифікаційних предикатних запитів на множину логічних Prolog-програм в рамках підходу на основі семантики стабільних моделей.

362. Щербань О. Г. Решение задачи идентификации динамических объектов в условиях априорной неопределенности / О. Г. Щербань // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 43-45.

Рассматривается подход, позволяющий осуществлять оптимальную по квадратичному критерию непараметрическую идентификацию стохастического динамического объекта, наблюдаемого зашумленным измерителем, в условиях полной априорной неопределенности отсутствия какой либо информации о модели движения объекта (в отличие от калмановской фильтрации или метода инвариантного погружения, требующих априорной информации).

363. Щербань И. В. Новый подход к решению задач радиолокационного сопровождения / И. В. Щербань, Е. М. Бовкун // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 38-42.

Задача радиолокационного сопровождения сформулирована как задача выбора по текущим зашумленным наблюдениям типа нестационарной структуры динамической стохастической системы из совокупности структур, априорно известных и решена на основе процедуры локальной оптимизации. Возможность практической реализации предложенного подхода исследована на примере идентификации априорно известного маневра воздушной цели.

364. Learning wavelet neuron based on the RASP-function / Y. Bodyanskiy, V. Kolodyazhniy, I. Pliss, O. Vynokurova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 118-121.

In the paper, an optimal online learning algorithm of a wavelet neuron based on the RASP wavelet is proposed. The algorithm provides not only the tuning of synaptic weights in real time, but also the tuning of dilation and translation factors of daughter wavelets. The algorithm has both the tracking and smoothing properties, so the wavelet neuron trained with this algorithm can be efficiently used both individually and as a part of artificial neural networks for prediction of various nonlinear time series.

365. Sokolov A. Coding and reconstruction of bit series with takagi-sugeno recurrent models / A. Sokolov, S. Chervenik // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 1 (11). – С. 46-50.

In this paper we investigate the dynamic systems, which are represented by recurrent Takagi-Sugeno rule bases that are widely used in many applications. The main question to be answered is under what conditions the recurrent rule base can reconstruct the chaotic bit series. We use for this purpose so called "backward interval mapping".

№ 2

366. Авраменко В. П. Адаптивные методы прогнозирования состояний производственных систем / В. П. Авраменко, В. В. Калачева, А. В. Цурихин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 101-106.

Исследуются адаптивные методы прогнозирования состояний рабочих систем, процессы в которых описываются динамическими рядами. Состояние системы определяется конечноразностными уравнениями, подобными дифференциальным уравнениям Лагранжа первого рода. Спецификацию прогнозирующей модели состояний выполнено на моделях типа ARMA и ARMAX. На основе стохастического вектора состояний разработана обобщенная векторно-матричная модель и предложен рекуррентный метод прогнозирования калмановского типа. Предложенный метод прогнозирования состояний внедрено в системы поддержки принятия решений для оперативного управления производственными процессами.

367. Афонин Ю. С. Моделирование составов смесей методом симплексных решеток / Ю. С. Афонин, В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 60-63.

Рассмотрена проблема проектирования и оптимизации многокомпонентных смесей. Исследована возможность применения для решения данной задачи метода симплексных решеток.

368. Бодянский Е. В. Ансамбль нейропродикторов с переменным числом узлов / Е. В. Бодянский, А. Н. Слипченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 107-112.

В статье рассматривается задача прогнозирования нелинейных нестационарных временных рядов с помощью ансамбля нейропродикторов. Предлагается алгоритм, позволяющий в реальном времени изменять число нейропродикторов, входящих в ансамбль.

369. Бондарев В. П. Электромагнитное поле прямоугольного резонатора с нестационарной цилиндрической неоднородностью / В. П. Бондарев, С. С. Самойлик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 6-10.

Краевая задача для определения электромагнитного поля в резонансной системе, включающей цилиндрическую неоднородность с изменяющейся во времени диэлектрической проницаемостью и удельной проводимостью сведена к интегральному уравнению. Для малых амплитуд модуляции получено характеристическое уравнение для ТЕ колебаний, позволяющее определить поле вблизи и в области основного параметрического резонанса. При численном анализе решений найдены зоны неустойчивости и значения характеристического показателя в широкой области изменения частоты модуляции.

370. Вершина А. И. Модель информационного обеспечения учебного процесса университета / А. И. Вершина, Г. Г. Киричек, Д. М. Пиза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 64-68.

Построение модели учебного процесса университета тесно связано с информационным обеспечением. В статье рассматриваются возможность и особенности решения задачи построения модели информационно-образовательной системы университета, основанной на предположении, что вероятность получения некоторого объема информации в бесконечно малом промежутке времени из различных мест хранения пропорциональна размеру этого промежутка. Такой подход хорошо согласуется с моделью учебного процесса, основанной на этих же принципах.

371. Вибір елементів при компенсації зовнішніх впливів / В. М. Крищук, Г. М. Шило, А. О. Намлинський, М. П. Гапоненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 36-41.
Запропоновано метод призначення номінальних допусків і коефіцієнтів зовнішніх впливів з урахуванням компенсації дії зовнішніх факторів. Враховано обмеження елементної бази та нелінійність вихідної функції. Забезпечено оптимальний вибір параметрів. Розглянуто стратегії максимальних допусків і максимальних коефіцієнтів зовнішніх впливів.
372. Гостев В. И. Система регулирования температуры теплоносителя на выходе смесителя с нечеткими регуляторами / В. И. Гостев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 26-29.
Исследована система регулирования температуры теплоносителя на выходе смесителя с нечеткими регуляторами, которые кроме температуры регулируют также объемные расходы исходных теплоносителей. Получены показатели качества системы в переходном и установившемся режимах.
373. Гребенник И. В. Основная оптимизационная задача геометрического проектирования в интервальном виде / И. В. Гребенник, Т. Е. Романова, Л. Г. Евсеева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 68-72.
Строится математическая модель оптимизационной задачи геометрического проектирования в интервальном пространстве. Выделяются множества базовых двумерных и трехмерных интервальных геометрических объектов. Вводится понятие геометрической информации о базовых и составных интервальных геометрических объектах. Формируется область допустимых решений оптимизационной интервальной задачи размещения с использованием метода Ф - функций.
374. Долгов В. И. Методы увеличения скорости криптографических преобразований на эллиптических кривых / В. И. Долгов, А. В. Неласая // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 72-78.
В статье проводится обзор методов оптимизации скорости вычислений при криптографических преобразованиях в группе точек эллиптической кривой. Предложено использовать методы параллельного программирования для повышения скорости прямых преобразований.
375. Дубровин В. И. Методы сокращения объема данных / В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 78-83.
Рассмотрено решение задачи сокращения объема данных при построении математических моделей сложных объектов и процессов путем уменьшения количества признаков за счет исключения малозначимых признаков и уменьшения обучающего множества за счет исключения избыточных примеров. Описана программная реализация и приведены результаты применения предложенных методов при решении практических задач.
376. Жуков Л. А. Исследование различных вариантов контрастирования и бинаризации нейронных сетей для обработки медицинских данных / Л. А. Жуков, Н. В. Решетникова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 112-117.
Исследовались различные варианты контрастирования и бинаризации нейронных сетей на примере медицинских данных. Выполнено сравнение качества тестирования для бинаризованных и небинаризованных синапсов.

377. Журавлев В. Н. Анализ параметров автокорреляционной функции фрагментов фонов в задачах идентификации абонента / В. Н. Журавлев, В. С. Кабак, В. О. Рыбин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 29-33.

В статье рассмотрен алгоритм цифровой обработки идентификационного фрагмента фонов, позволяющий на основе анализа интервала корреляции автокорреляционной функции фонов повысить информационную эффективность матрицы идентификации.

378. Завалин А. А. Автоматизированное формирование объектного словаря реляционной базы данных / А. А. Завалин, А. А. Зенькович // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 127-131.

В статье рассмотрен алгоритм цифровой обработки идентификационного фрагмента фонов, позволяющий на основе анализа интервала корреляции автокорреляционной функции фонов повысить информационную эффективность матрицы идентификации.

379. Зиненко И. И. Согласование пятиплечевого Е-плоскостного соединения прямоугольных волноводов / И. И. Зиненко, В. П. Пьянков, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 10-13.

Представлены результаты исследования возможности согласования пятиплечевого соединения прямоугольных волноводов путем увеличения расстояния между волноводами, а также внесением кругового цилиндра в область связи. Для нахождения элементов матрицы рассеяния применен модифицированный метод произведения областей. Приведены и проанализированы графики для коэффициентов матрицы рассеяния рассматриваемого устройства.

380. Каргин А. А. Нечеткий метод к идентификации человека по фотопортрету / А. А. Каргин, А. В. Григорьев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 131-135.

В публикации рассмотрена проблема поиска неизвестного человека в БД по фотопортрету. Предложены две нечеткие модели представления фото и метод поиска фотографии, основанный на нечетком сравнении с эталоном.

381. Карпуков Л. М. Моделирование многослойных микрополосковых структур в квазидинамическом приближении / Л. М. Карпуков, Р. Д. Пулов, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 14-17.

Предложен метод составления декомпозиционных схем многослойных плоскостных структур при расчете в квазидинамическом приближении функций Грина краевых задач электростатики. Разработан метод аналитического решения дисперсионного уравнения для вычисления динамической поправки к квазистатическим значениям эффективной диэлектрической проницаемости микрополосковых линий. Представлены результаты моделирования дисперсии в двухслойных конструкциях микрополосковых линий.

382. Касьян М. М. Синтез відбракувальних поточних допусків на параметри елементів у залежності від часу та умов експлуатації / М. М. Касьян, К. М. Касьян // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 33-36.

Пропонується метод синтезу поточних відбракувальних допусків на параметри елементів, необхідних для проведення діагностування пристроїв перетворення сигналів в процесі експлуатації. Математична база методу забезпечує компактність програмної реалізації при здійсненні автоматизації досліджень за допомогою ЕОМ.

383. Кунгурцев А. Б. Исследование информационных систем для внедрения механизмов материализованных представлений и шаблонов / А. Б. Кунгурцев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 135-139.

Предлагается метод классификации запросов информационной системы (ИС) для формирования материализованных представлений (МП) и шаблонов. Предложена методика статистического исследования ИС для отбора запросов в группы МП и шаблонов, позволяющая обосновать эффективность применения указанных механизмов.

384. Методы защиты информации в дискретном канале на основе помехоустойчивых к симметричным регулярным воздействиям алгоритмов поиска точки с характерным признаком / Н. В. Алипов, И. Н. Алипов, М. И. Хиль, В. Н. Сидоров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 55-60.

Строятся помехоустойчивые к симметричным регулярным виртуальным последовательностям алгоритмы поиска точки с характерным признаком. Такие алгоритмы задают функционирование конечных автоматов с псевдослучайными переходами из одного состояния в другое. Подобные дискретные автоматы используются в системах защиты информации для генерации шифра защиты.

385. Невлюдов И. Ш. Оптимизация проверки цифровых модулей технологического оборудования в условиях частичной неопределенности / И. Ш. Невлюдов, Е. П. Второв, Б. А. Шостак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 84-87.

Приведены описание и основные характеристики метода принудительной диагностики цифровых модулей систем управления технологическим оборудованием. Рассмотрены вопросы программной и аппаратной реализации данного метода.

386. Новотарский М. А. Клеточные нейронные сети с транзитными пересылками / М. А. Новотарский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 118-121.

В работе дано обоснование актуальности создания более сложных, по сравнению с классическими, структур нейронов, оперирующих с дискретным представлением информации. Рассмотрены принципы функционирования клеточных нейронных сетей в непрерывном и дискретном времени. Описана динамика функционирования дискретной клеточной сети, ориентированной на решение операторных уравнений численными методами. Предложен механизм оптимальных транзитных пересылок для реализации итерационных вычислений на виртуальном шаблоне.

387. Онуфрієнко В. М. Інтегродиференціальне моделювання нелінійної поляризації та струму у фрактально неоднорідних плазмоїдах / В. М. Онуфрієнко, Т. О. Штефан // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 17-21.

Пропонується модель нелінійної поляризації та струму в фрактально неоднорідних плазмоїдах (неоднорідного фрактального заповнення деякої області згустками неоднорідної плазми). За допомогою інтегродиференціального числення задача зводиться до класичного розгляду однорідного заповнення області речовиною (плазмою), але у термінах α -характеристик радіус-вектора положення для однорідної множини. Виявлено вплив негетерогенної структури плазмоїда на величину діелектричної проникності та можливість керування нею.

388. Опанасенко В. М. Архітектурна організація реконфігуровних комп'ютерів на базі ПЛІС / В. М. Опанасенко, І. Г. Тимошенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 139-144.

Виконано аналіз сучасного стану проблеми Reconfigurable computing – механізми розробки комп'ютерних архітектур, які базуються на інтегральних схемах типу FPGA, а також аналіз статичного способу проектування з використанням інструментальних засобів автоматизованого проектування та способу з використанням мови Java. Розглянуті перспективи механізму з використанням Java, які обумовлені перевагами над традиційними методами проектування: перевірка і моделювання проекту на рівні двійкових потоків, підтримка RTR, взаємодія з інструментальним пакетом для проектування систем за технологією IRL – Jbits.

389. Орлов В. В. Блок клавиатуры информационно-измерительной системы на базе микроконтроллера / В. В. Орлов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 87-90.

Предлагается эффективный алгоритм вычисления весовой функции нажатой клавиши, не требующий арифметических операций, и схема 16-клавишной клавиатуры с минимальным числом дополнительных элементов, использующая 5 линий пространства ввода-вывода микроконтроллера. Клавиатура конструктивно расположена на расстоянии около 300 мм от базового блока микроконтроллерной системы, которая может быть выполнена на микроконтроллерах различного типа.

390. Орловский И. А. Настройка масштабирующих коэффициентов фаззи-регулятора / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 145-152.

Для повышения чувствительности фаззи-регулятора (ФР) при нахождении входных переменных в зоне насыщения граничных термов предлагается уточнение выхода регулятора использованием масштабирующих коэффициентов (МК) входных и выходных переменных. Приводится один из вариантов определения МК. Рассмотрена настройка коэффициентов с учетом динамики системы. Дан конкретный пример уточнения выхода регулятора.

391. Осадчий В. В. Особенности адаптивного программного управления технологическими процессами производства огнеупорных материалов / В. В. Осадчий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 157-164.

В работе проводится теоретическое обоснование методологии построения взаимосвязанного дуального закона и моделей функционирования иерархических систем адаптивного управления производством огнеупорных материалов на основе закона параметрической и структурной адаптации.

392. Потапенко Е. М. Калибровка датчиков однофазных гармонических сигналов с помощью динамических фильтров / Е. М. Потапенко, А. В. Соломаха, Е. Е. Потапенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 164-167.

Синтезированы два фильтра для оценки неизвестного смещения нуля датчика, измеряющего синусоидальный сигнал. Разработан простой фильтр, позволяющий найти смещение нуля датчика без использования частоты сигнала. Проведено сравнение фильтров по объему вычислений. Работоспособность фильтров подтверждена численным моделированием.

393. Прохорец С. И. Анализ емкостных параметров СТРИП-детектора / С. И. Прохорец, М. А. Хажмурадов, В. П. Лукьянова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 41-43.

Рассмотрена математическая модель кремниевого стрипдетектора, представленного в виде набора из обратно смещенных p-n переходов, емкостей и резисторов. Для полностью обедненного детектора каждый стрип представлен как линия определенной длины, имеющая свое сопротивление и емкостные связи с соседним стрипом и противоположной плоскостью. На основе теории графов написано математическое уравнение стрип-детектора для моделирования его емкостных параметров.

394. Пьянков В. П. Численный анализ сложных волноводных излучателей с фланцами на основе обобщенных матриц рассеяния и метода произведения областей / В. П. Пьянков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 21-25.

Объекты исследования – возбуждаемые волноводами плоскостные излучатели с фланцами, имеющие многоугольный контур проводящих поверхностей и кусочно-однородное диэлектрическое заполнение. Цель – создание единой математической модели электромагнитных полей указанных излучателей. Метод – совместное применение обобщенных матриц рассеяния и метода произведения областей. Приведены результаты численных экспериментов.

395. Самойлин Е. А. Комплексная оценка алгоритмов фильтрации сегментации изображений / Е. А. Самойлин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 122-126.

Для математически строгой оценки эффективности различных методов и алгоритмов фильтрации-сегментации при обработке изображений, предлагается использовать универсальный комплексный целевой функционал, учитывающий различные факторы возникновения шумов и формы описания изображений.

396. Сенашова М. Ю. Оценки погрешностей вычисления сложной функции многих переменных и ее градиента / М. Ю. Сенашова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 90-94.

Описаны графы вычисления сложных функций многих переменных, изложен принцип двойственности для вычисления градиента сложной функции. Изложены алгоритмы оценки погрешностей вычислений функции и ее градиента.

397. Фарафонов О. Ю. Проектування мікросмужкових направлений відгалужувачів з оптимальними допусками / О. Ю. Фарафонов, С. О. Самоквіт, О. Ю. Воропай // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 44-47.

Проведено дослідження впливу допусків елементів конструкції її на параметри направлений відгалужувачів: на зв'язаних лініях, шлейфного та Ланге. Використовуються інтервальні моделі. Визначені найбільш критичні за точністю конструктивні елементи. Це дозволило надати рекомендації по вибору мікросмужкових направлений відгалужувачів.

398. Флора В. Д. Особенности живления двигателя постоянного тока через импульсный перетворювач / В. Д. Флора // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 47-49.

Для импульсного перетворювача, який знижує напругу нерегульованого джерела постійного струму, одержані аналітичні вирази загальних вольт-амперних, вхідних та зовнішніх характеристик перетворювача при живленні від різних джерел.

399. Чернобородова Н. П. Цифровая система компенсации импульсных помех / Н. П. Чернобородова, М. П. Чернобородов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 49-54.
Проведено математическое моделирование линейного одноканального алгоритма работы цифровой системы компенсации несинхронных импульсных помех в когерентноимпульсном радиолокаторе. Показана высокая эффективность предложенной системы компенсации в сложной сигнально-помеховой обстановке при использовании простых зондирующих сигналов.
400. Чугай А. М. Метод поиска локальных экстремумов в задаче упаковки одинаковых цилиндров в многоугольной призме с зонами запрета / А. М. Чугай // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 94-100.
Построена математическая модель и исследованы особенности задачи. Разработан метод поиска локальных экстремумов задачи. Поиск включает следующие этапы: построение крайних точек; поиск лучших крайних точек модифицированным методом сужающихся окрестностей; локальная оптимизация методом возможных направлений. Для получения крайних точек строится дерево решений. Приведен численный пример.
401. Шушляпин Е. А. Управление терминальными нелинейными многоиндексными дискретными системами методом конечного состояния / Е. А. Шушляпин, А. Е. Работнов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2004. – № 2 (12). – С. 152-156.
Предложена модификация метода конечных состояний для синтеза терминальных управлений многомерными нелинейными системами с математическими моделями в виде совокупностей многоиндексных рекуррентных выражений.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2005

№ 1

402. Авраменко В. П. Моделирование бизнес-процессов управления производством / В. П. Авраменко, В. В. Калачева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 74-78.
Выполнен анализ функционального и процессного подходов к управлению бизнес-процессами. Исследованы методы и способы математического моделирования бизнес-процессов. Сформулирована постановка задачи синтеза математических моделей управления бизнес-процессами. Разработаны методы, алгоритмы и вычислительные процедуры моделирования процессов поддержки принятия решений при управлении бизнес-процессами.
403. Андросова А. А. Разработка динамической модели прогноза прибыли страховой компании / А. А. Андросова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 82-86.
Статья посвящена разработке динамической модели прогноза прибыли страховой компании, которая позволяет определять условия страхования в зависимости от свойств объекта и характеристик клиента, заключающего договор.

404. Безрук В. М. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач распознавания случайных сигналов / В. М. Безрук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 110-116.
- Рассматриваются особенности получения решений многокритериальных задач распознавания случайных сигналов при наличии класса неизвестных сигналов, с учетом описания сигналов разными вероятностными моделями и при оптимизации решения по совокупности показателей качества распознавания сигналов и реализационных затрат.*
405. Вершина А. И. Алгоритм распределения рабочих станций / А. И. Вершина, Б. Т. Солдатов, А. Г. Маркин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 86-92.
- Распределение рабочих станций по объектам представлено как задача нелинейного целочисленного программирования. Предложен алгоритм поиска решения, основанный на идеях градиентного метода и условия Липшица для условной сходимости с постоянным шагом. Приведены примеры использования разработанного алгоритма.*
406. Вовк С. М. Відновлення рефлектограм за допомогою екстраполяції широкосмугових НВЧ - вимірювань методом мінімуму тривалості / С. М. Вовк, В. Ф. Борулько // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 5-8.
- Розглянуті задачі відновлення рефлектограм та автокореляційної функції рефлектограм з результатів широкосмугових НВЧ-вимірювань. Для відновлення використано метод мінімуму тривалості, який був модифікований для випадку екстраполяції спектра на область низьких і високих частот. Знайдено оптимальні значення робочих параметрів методу. Представлено результати чисельного моделювання для одношарової діелектричної структури.*
407. Гребенник И. В. Комбинаторное множество перестановок кортежей и его свойства / И. В. Гребенник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 92-98.
- Вводится новое комбинаторное множество перестановок кортежей. Дается его описание, исследуются комбинаторные свойства при отображении в евклидово пространство. Выполняется постановка и решение некоторых задач оптимизации на множестве перестановок кортежей, определяется диаметр множества. Приводится и анализируется пример.*
408. Гулін С. П. Визначення параметрів адаптивної моделі нелінійних компонентів на основі експериментальних характеристик / С. П. Гулін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 25-32.
- Запропоновано метод визначення параметрів адаптивної моделі, яка представлена аналітичною трансцендентною функцією, на основі експериментальних характеристик двох- та багатополюсних нелінійних елементів. Отримані результати забезпечують задану точність моделювання широкого класу електронних компонентів та пристроїв в режимах малих та великих сигналів.*

409. Дочвири Д. Н. Оптимизация переходных процессов многодвигательных тиристорных электроприводов с упругими связями для прессовых механизмов непрерывных технологических машин / Д. Н. Дочвири // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 145-154.

В работе составлены математические модели различных систем управления многодвигательными тиристорными электроприводами. Изучены переходные процессы. Разработаны рекомендации по настройке регуляторов при учете упругих свойств механических передач. Установлены условия, обеспечивающие пропорциональное распределение нагрузки между двигателями.

410. Дубровин В. И. Модуль диагностики в системе управления качеством / В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 123-125.

Приведена структура модуля диагностики, в качестве базовой модели в котором выбраны нейронные сети с латеральным торможением – карты признаков аморганизации Кохонена.

411. Карпуков Л. М. Назначение допусков при проектировании микрополосковых полосовых фильтров на связанных линиях с отверстиями в экранирующем слое / Л. М. Карпуков, Р. Д. Пулов, А. Ю. 411 // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 32-38.

Проведено исследование влияния допусков на параметры микрополосковых полосовых фильтров на связанных линиях с отверстиями в экранирующем слое, обеспечивающими выравнивание постоянных распространения четной и нечетной волн. Выполнен анализ в квазистатическом приближении топологии связанных линий с учетом отверстий в экранирующем слое. Осуществлен синтез фильтров на основе прототипов нижних частот. Показаны преимущества рассмотренной конструкции фильтра в сравнении с классической топологией на связанных линиях без отверстий в экранирующем слое.

412. Качур М. Модель нейронного модуля как элемента стохастических систем на основе сетей Петри / М. Качур // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 125-129.

Предложена модель нейронного модуля в рамках модели стохастической системы на базе сетей Петри. Данная модель созвучна концепции модульной организации сознания.

413. Козырев В. Г. Редуцированный оптимальный регулятор выхода сингулярно возмущенных систем / В. Г. Козырев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 134-139.

Построено асимптотическое приближение оптимального терминального регулятора выхода сингулярно возмущенных систем, равномерное вне малой окрестности конца области управления. Приближение строится на основе решения редуцированной линейно-квадратичной задачи оптимального управления и дает экономное представление закона управления.

414. Крапивной А. В. Применение метода открытого слоя к расчету рассеяния электромагнитных волн на импедансных цилиндрах / А. В. Крапивной, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 9-13.

Метод открытого слоя применен к расчету рассеяния электромагнитных волн на выпуклых импедансных цилиндрах. Приповерхностный слой состоит из отдельных ячеек. В каждой ячейке рассеянное поле представляется в терминах волн, распространяющихся от ее сторон ячейки, исключая внешнюю. Пригодность предложенной модели для расчета реальных структур проверена анализом рассеяния на круглом, квадратном, прямоугольном и треугольном импедансных цилиндрах. Метод прост в применении и обеспечивает достаточную точность в широком диапазоне частот.

415. Кулик А. С. Содержание задач по обеспечению отказоустойчивости, решаемых в процессе разработки системы управления угловым движением космического летательного аппарата / А. С. Кулик, О. А. Лученко, О. И. Гавриленко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 154-161.

В данной статье предложены методы оценки показателя уровня отказоустойчивости системы управления по результатам испытаний ее компонентов, учитывающие ее функциональные и технические характеристики.

416. Липчанский А. И. Количественные показатели диагностируемости для графов моделей электронно-вычислительной аппаратуры / А. И. Липчанский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 99-103.

Рассмотрены вопросы вычисления количественных показателей диагностируемости для графовых моделей объектов электронно-вычислительной аппаратуры в процессе автоматизированного проектирования.

417. Мисюра А. А. Электромагнитное поле в прямоугольном волноводе с фрактальной ферритовой пластиной / А. А. Мисюра, В. М. Онуфриенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 14-18.

Представлены результаты исследования электромагнитного поля в прямоугольном волноводе с намагниченной фрактальной ферритовой пластиной. Для нахождения α -характеристик компонент поля в представленной среде использован аппарат дробного интегро-дифференцирования. Определена зависимость поперечных и продольных компонент поля от величины скейлингового показателя, характеризующего степень фрактальности ферритового заполнения.

418. Невлюдов И. Ш. Контроль толщины полупроводниковых пластин в процессе обработки / И. Ш. Невлюдов, Н. Г. Стародубцев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 40-45.

Предлагается метод контроля толщины полупроводниковой пластины в процессе производства, позволяющий повысить его производительность и качество изделий. Для проверки предложенных теоретических положений проведены экспериментальные исследования, приведено описание экспериментальной установки, методики проведения измерений, приводятся результаты.

419. Неласая А. В. Методы экспоненцирования с фиксированной точкой / А. В. Неласая // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 103-106.

В статье рассматриваются методы экспоненцирования точки эллиптической кривой, в частности методы с фиксированной точкой. Предлагается параллельный 2^w -арный p -кратный метод, обеспечивающий лучшие скоростные характеристики по сравнению с существующими методами.

420. Орловский И. А. Идентификация момента инерции и момента сопротивления в электроприводе постоянного тока / И. А. Орловский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 140-144.
- Рассмотрен способ идентификации в реальном времени момента инерции и момента сопротивления механизма с приводом постоянного тока, значения которых зависят от угла поворота вала двигателя. Получены уравнения для расчета моментов инерции и сопротивления по показаниям датчиков тока и частоты вращения. Моделирование работы электропривода и идентификации параметров подтвердили высокую точность предложенного способа.*
421. Павленко П. М. Управління 3D моделями в інформаційному середовищі автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва / П. М. Павленко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 106-109.
- Розглянуті можливості моделювання в сучасних САД системах. Представлено метод управління 3D моделями в інтегрованих АСТПВ. Наведені рекомендації по практичному використанню 3D моделей.*
422. Пиза Д. М. Информационная безопасность. Вопросы подготовки кадров / Д. М. Пиза, В. И. Слепцов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 130-133.
- Рассматриваются проблемные вопросы подготовки специалистов по направлению 1601 «Информационная безопасность» с учетом специфики их будущей профессиональной деятельности, учебных задач, законодательства Украины и опыта работы кафедры радиотехники Запорожского национального технического университета.*
423. Пиза Д. М. Особенности адаптации пространственных фильтров при воздействии комбинированных помех / Д. М. Пиза, А. П. Залевский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 45-48.
- Рассмотрен пространственный фильтр с дискретной настройкой весовых коэффициентов. Оценена эффективность работы пространственного фильтра в различных режимах работы РЛС. Даны рекомендации по использованию алгоритмов работы формирователя весовых коэффициентов фильтра в зависимости от режимов работы РЛС.*
424. Плаксин С. В. Навигационная система магнитолевитирующего экипажа на основе синхронизированных СВЧ генераторов / С. В. Плаксин, Ю. В. Шкиль // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 48-53.
- Представлена концепция построения информационноуправляющей навигационной системы высокоскоростного наземного транспорта на основе метода измерения фазовых соотношений между сигналами подвижного и неподвижного прецизионных генераторов СВЧ. Предлагается способ управления дискретными путевыми катушками линейного синхронного тягового электродвигателя (ЛСТЭД), учитывающий особенности энергоснабжения двигателя от распределенной фотоэлектрической энергосистемы.*
425. Подчасов А. Ю. Интеллектуальное устройство контроля режимов работы и подзарядка аккумуляторных батарей / А. Ю. Подчасов, Л. М. Погорелая // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 1 (13). – С. 54-58.
- Разработано устройство, позволяющее контролировать степень заряженности батареи и отображать информацию о ее состоянии на световом индикаторе. При подключении устройства к внешнему источнику питания возможен контроль процесса заряда.*

426. Примеры построения помехоустойчивых к регулярным симметричным помехам алгоритмов поиска точки с характерным признаком / Н. В. Алипов, И. Н. Алипов, М. И. Хиль, В. Н. Сидоров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 78-81.

Приводятся примеры построения помехоустойчивых к регулярным симметричным помехам алгоритмов поиска точки с характерным признаком при различных параметрах импульсной последовательности. Показывается, каким образом следует использовать результаты теории помехоустойчивого поиска для кодирования информации.

427. Прокофьев В. П. Техничко-экономическое проектирование РЛС на основе теории стохастической аппроксимации / В. П. Прокофьев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 58-65.

Предложено новое решение задачи технико-экономического проектирования РЛС на основе теории стохастической аппроксимации, ранее не применявшейся в подобной постановке. Показано, что прямые вероятностные методы стохастического программирования эффективны в решении практических задач технико-экономического проектирования РЛС. Получены алгоритмы, на основе методов конечно-разностной аппроксимации и невыпуклого стохастического программирования, позволяющие перейти к решению конкретных задач проектирования сложных радиолокационных систем.

428. Рекуррентный алгоритм обучения радиально-базисных нейронных сетей, основанный на приближительных множествах / Е. В. Бодянский, Е. В. Горшков, В. В. Колодяжный, И. П. Плисс // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 116-122.

В статье предложен алгоритм обучения радиально-базисных нейронных сетей, основанный на приближительных множествах. Алгоритм предназначен для решения задач распознавания образов и классификации, а также может использоваться для управления, идентификации и эмуляции при помощи радиально-базисных нейронных сетей.

429. Синтез трехканального нечеткого регулятора системы автоматического управления частотами вращения роторов двухроторного ГТД / В. И. Гостев, С. Н. Скуртов, С. С. Баранов, А. Н. Чаузов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 19-24.

Изложен синтез нечеткого (работающего на базе нечеткой логики) регулятора, который обеспечивает высокое качество системы автоматического управления частотами вращения роторов двухроторного газотурбинного двигателя на всех базовых режимах работы двигателя, и методом математического моделирования в интерактивной системе MATLAB исследованы процессы в системе.

430. Создание аппаратного комплекса иридодиагностики / А. В. Максименюк, Е. Я. Швец, И. Ф. Червоный, А. В. Юдачев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 38-40.

Рассмотрена возможность создания аппаратного комплекса иридодиагностики. Установлено наличие мешающего блика на радужной оболочке, рассмотрен метод устранения его влияния. По результатам работы предлагается малогабаритное устройство с возможностью оцифровки изображения радужной оболочки глаза и передачи на компьютер для дальнейшей обработки.

431. Ткачев Э. И. Новый подход к последовательной компоновке РЭА на модели элементного комплекса / Э. И. Ткачев, В. Ф. Онищенко, В. А. Воскобойник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 65-69.

В данной статье предлагается компоновка функциональных узлов (ФУ) с использованием сложного коэффициента связности, учитывающего реальные физические связи между отображаемыми элементами формируемого ФУ, относительный образ отображаемого элемента, размеры реальных физических связей. Параллельно решается задача определения плотности упаковки формируемого ФУ по геометрическим размерам конструктивных элементов.

432. Щербань И. В. Субоптимальное управление радиолокационным комплексом / И. В. Щербань // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 1 (13). – С. 69-73.

Рассмотрен подход, позволяющий осуществлять субоптимальное управление процессами функционирования радиолокационного комплекса в условиях неопределенности. Возможность практической реализации предложенного подхода исследована на примере.

№ 2

433. Алгоритм обучения ВЭЙВЛЕТ- НЕЙРОНА на основе комбинированного критерия / Е. В. Бодянский, Е. А. Винокурова, Н. С. Ламонова, И. П. Плисс // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 83-89.

В статье предложены методы прогнозирования и эмуляции на основе гибридных алгоритмов вычислительного интеллекта, а именно гибридных вейвлет-нейронных сетей. Рассмотрена структура вейвлет-нейрона и процедура настройки всех его параметров: синаптических весов и параметров растяжения (ширины) вейвлет-активационной функции – градиентным алгоритмом со сглаживанием, а параметров смещения (центры) вейвлетактивационной функции – алгоритмом обучения на точках поворота. Алгоритм обучения на точках поворота позволяет минимизировать эффект сдвига сигнала прогноза по отношению к фактическому сигналу.

434. Антощук С. Г. Иерархический подход к выделению объектов на изображениях / С. Г. Антощук, В. Н. Крылов, Е. В. Ткаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 102-105.

Разработана методика применения иерархического подхода к выделению и анализу контуров в пространстве гиперболического вейвлет-преобразования при обработке изображений режущих инструментов. Предложенная методика позволяет проводить анализ признаков износа режущих инструментов с разным уровнем детализации и создавать иерархические методы обработки и распознавания изображений.

435. Антощук С. Г. Метод поиска экстремума в условиях помех / С. Г. Антощук, А. А. Николенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 43-47.

В статье представлен и математически обоснован метод поиска экстремумов в условиях помех с использованием гиперболического вейвлет-преобразования, что позволяет повысить помехоустойчивость и снизить чувствительность к локальным экстремумам.

436. Баркалов А. А. Реализация композиционного микропрограммного устройства на FPGA / А. А. Баркалов, Р. Вишнеvский, К. Н. Ефименко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 127-131.

Предложен метод синтеза КМУУ, позволяющий сократить число функций автомата адресации микрокоманд, которые зависят от логических условий и внутренних переменных автомата, для дальнейшей реализации на FPGA микросхеме. Метод основан на преобразовании адреса выхода ОЛЦ в код класса псевдоэквивалентных ОЛЦ. Применение данного метода обеспечивает уменьшение числа LUT-элементов в FPGA микросхеме.

437. Баркалов А. А. Реализация на FPGA микропрограммных автоматов МИЛИ, интерпретирующих вертикализованные алгоритмы управления / А. А. Баркалов, И. Я. Зеленева, В. А. Бойков // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 132-136.

Предложены структуры и метод синтеза МПА Мили по вертикализованной граф-схеме алгоритма, ориентированный на уменьшение числа табличных элементов для дальнейшей реализации автомата на программируемых вентильных матрицах.

438. Борковська Л. О. Інформаційні технології розробки програмноматематичного забезпечення координатно - вимірювальних машин / Л. О. Борковська // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 106-110.

Представлена структурна схема інформаційно-керуючої системи в трьох ієрархічних рівнях, що дозволяє розробляти спеціальне програмне забезпечення по вдосконаленню вимірювальних процесів геометричних розмірів об'єктів, покращенню метрологічних характеристик, обробки результатів вимірювання та представлення їх у графічному вигляді для оператора-метролога.

439. Гостев В. И. О полноте правил нечеткого управления для ФАЗЗИ-СИСТЕМ автоматического регулирования / В. И. Гостев, Н. Н. Кунах, В. А. Величко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 124-126.

В работе показано, что для фаззи-систем автоматического регулирования (систем, работающих на базе нечеткой логики) требование полноты правил нечеткого управления всегда выполняется при условии симметричных друг относительно друга и пересекающихся при значении $u = 0,5$ на универсальном множестве $U = [0,1]$ функций принадлежности.

440. Гулин С. П. Условия применимости модели динамического насыщения в задачах анализа спектра нелинейных устройств / С. П. Гулин // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 21-28.

Получены условия применимости адаптивной модели динамического насыщения (МДН), обеспечивающие возможность достоверного моделирования становившегося отклика нелинейного безынерционного устройства на многочастотное воздействие, норма которого изменяется в широком динамическом диапазоне.

441. Дубровин В. И. Автоматизированная система технической диагностики / В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 111-116.

Изложен опыт построения многомодульной программной системы для решения задач технической диагностики и математического моделирования. В системе реализованы эффективные математические методы для автоматизации наиболее трудоемких этапов обработки диагностической информации, позволяющие существенно снизить трудоемкость управления качеством изделий. Приведены экспериментальные результаты, свидетельствующие об эффективности и практической применимости разработанной автоматизированной системы.

442. Дубровин В. И. Многокритериальная оптимизация технологического процесса с использованием метода анализа иерархий / В. И. Дубровин, Н. А. Миронова, В. А. Конопля // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 47-53.

Проведено исследование метода анализа иерархий. Рассмотрено применение данного метода для задач группового принятия решений. Решена задача многокритериальной оптимизации технологического процесса с использованием метода анализа иерархий.

443. Заболотный О. В. Система автоматичного керування процесом підготування мазуту до спалювання / О. В. Заболотний, М. Д. Кошовий, В. А. Заболотний // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 137-140.

У статті представлено удосконалений принцип керування електроклапанами виконавчого механізму системи автоматичного керування подаванням води в рідинне паливо, який полягає у отриманні на виході виконавчого механізму квантованого за рівнем вхідного потоку води.

444. Зиновкин В. В. Нестационарные электромагнитные процессы в электрооборудовании энергоемких электротехнологических комплексов с резкопеременным характером нагрузки / В. В. Зиновкин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 142-148.

Приведены результаты исследований нестационарных электромагнитных процессов в системе электроснабжения энергоемких электротехнологических комплексов в составе: силовых трансформаторов, дуговых сталеплавильных печей и тиристорных компенсаторов реактивной мощности. Показано, что причиной их развития являются особенности электротехнологических режимов, которые приводят к изменению параметров электротехнического оборудования, что необходимо учитывать в системах автоматизированного управления электротехнологическим процессом.

445. Информационное обеспечение векторного управления асинхронным двигателем - 2 / Е. М. Потапенко, Е. Е. Потапеко, А. В. Соломаха, Е. В. Васильева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2005. – № 2 (14). – С. 153-158.

Представлены и обсуждены результаты моделирования процессов одновременной идентификации активных сопротивлений статора и ротора по алгоритмам работы.

446. Інформаційна технологія діагностування аналогових пристроїв перетворювання сигналів / М. М. Касьян, К. М. Касьян, В. І. Глушко, В. Ф. Оніщенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 28-33.
- Пропонується інформаційна технологія діагностування аналогових пристроїв перетворення сигналів, яка призначена для отримання більш високих показників ефективності виробів шляхом проведення діагностовного контролю їх стану, виявлення й усунення потенційно ненадійних елементів на стадії виробництва та експлуатації. Для її реалізації розроблено метод забезпечення діагностованості, математичну модель та методiku діагностування параметрів електрорадіоелементів на етапах виробництва та експлуатації.*
447. Карпуков Л. М. Процедура квазистатистического моделирования микрополосковых структур / Л. М. Карпуков, Р. Д. Пулов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 7-11.
- Разработаны вычислительные основы процедуры составления и решения интегральных уравнений при квазистатистическом моделировании микрополосковых устройств, реализуемых на многослойной подложке. Предложены явные формулы для расчета функций Грина многослойных подложек и коэффициентов матриц систем уравнений, получающихся при алгебраизации интегральных уравнений методом моментов. Для решения систем алгебраических уравнений применено вейвлет-преобразование. Представлены результаты численных расчетов, подтверждающие эффективность разработанной процедуры моделирования.*
448. Качур С. А. Методология построения модели нейрокомпьютера на основе сетей ПЕТРИ как адаптивной системы управления / С. А. Качур // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 89-92.
- Предложена методика построения нейрокомпьютера на основе понятий и методов следующих областей знаний: 1) физиологии человека; 2) теории автоматического управления; 3) искусственного интеллекта; 4) теории сетей Петри; 5) теории системного анализа.*
449. Квасніков В. П. Оптимальна структура інформаційно-вимірювальної системи координатно-вимірювальної машини / В. П. Квасніков, М. С. Руднєва // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 92-95.
- Розроблена оптимальна структура інформаційно-вимірювальної системи координатно-вимірювальної машини, яка представляє собою вимірювальний комплекс, що має алгоритм вибору найбільш достовірної інформації та алгоритм оцінювання стану системи. Наведена оптимальна структура дозволяє забезпечити найбільш ефективний режим роботи координатно-вимірювальної машини на кожному етапі процесу вимірювання.*
450. Кораблев Н. М. Согласование и коррекция экспертных оценок в системах поддержки принятия решений в условиях нечеткой исходной информации / Н. М. Кораблев, С. Г. Удовенко, А. Фирас // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 116-120.
- В статье рассматривается использование метода собственного вектора для определения степени согласованности экспертных оценок, представленных в виде матрицы парных сравнений факторов, и предлагается способ коррекции экспертных оценок, улучшающий их согласование и позволяющий установить более четкие приоритеты факторов.*

451. Котов А. С. Сценарий обеспечения корректности совокупного плана проекта при помощи математического моделирования / А. С. Котов, Э. Г. Петров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 57-63.
- Статья посвящена разработке комплексной математической модели совокупного плана сложного проекта. При помощи аппарата финансовых и ресурсных профилей построены математические модели отдельных планов проекта. Сформулированы правила проверки корректности планов. Предложенные правила представлены в виде сценария, обеспечивающего построение корректного совокупного плана проекта.*
452. Крапивной А. В. Оптимизация значений геометрических параметров в методе открытого слоя / А. В. Крапивной, В. П. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 12-15.
- Определен набор внутренних параметров метода открытого слоя, которые существенно влияют на расчет характеристик рассеяния электромагнитных волн на выпуклых цилиндрах со сложным контуром поперечного сечения и проведено исследование влияния этих величин на конечные результаты. Полученные данные позволяют определить критерии подбора значений этих параметров в зависимости от геометрии задачи.*
453. Кривуля Г. Ф. Верификация моделей цифровых устройств, представленных на языке описания аппаратуры / Г. Ф. Кривуля, Е. Е. Сыревич, А. Л. Карасев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 63-68.
- Предлагается процедура верификации моделей цифровых устройств, описанных с помощью языков описания аппаратуры. Основная идея состоит в генерации различающих псевдоисчерпывающих тестов для отдельных функциональных элементов, суперпозиции этих тестов и в интерактивном вычислении эталонных реакций.*
454. Кудин В. Ф. Аналитическое конструирование субоптимального регулятора контура стабилизации усилия резания с учетом нелинейной упругой связи / В. Ф. Кудин, А. В. Торопов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 148-153.
- Рассмотрена задача синтеза субоптимального регулятора контура стабилизации усилия резания металлорежущего станка. Спроектирован нелинейный субоптимальный регулятор на основе метода Беллмана-Ляпунова с использованием концепции метода «погружения», который позволяет существенно упростить вычислительную процедуру синтеза.*
455. Кулик А. С. Решение задачи прецизионной ориентации космического летательного аппарата / А. С. Кулик, О. А. Лученко, О. И. Гавриленко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 69-78.
- Рассматривается решение задачи прецизионной ориентации космического летательного аппарата в номинальном режиме и при возникновении видов отказов в гироскопическом измерителе вектора угловой скорости.*

456. Литвиненко М. А. К вопросам диагностических экспертных систем в офтальмологии / М. А. Литвиненко, З. А. Никонова, О. Ю. Небеснюк // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 121-123.

Рассмотрены вопросы диагностики и терапии патологий органа зрения. Предложена экспертная система, которая позволяет установить предварительный диагноз и назначить лечение с учетом индивидуальных особенностей пациента.

457. Місюра А. О. Фрактальні властивості прямокутного хвильоводу з метаматеріальною пластиною / А. О. Місюра, В. М. Онуфрієнко, О. В. Крапивний // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 15-20.

Наведено результати дослідження фрактальних властивостей поверхневого імпедансу у прямокутному хвильоводі з метаматеріальною пластиною. Для знаходження α -характеристик компонент поля у наведеному середовищі використаний апарат дробового інтегро-диференціювання. Визначена залежність поверхневого імпедансу від величини скейлінгового показника, що характеризує ступінь фрактальності магнітодіелектричної пластини.

458. Павленко П. М. Формалізація процесу побудови інтегрованих інформаційних моделей автоматизованих систем / П. М. Павленко, Н. О. Євдокимова // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 78-82.

Представлено підхід до побудови інформаційних моделей технологічної підготовки у виробництві на основі стандарту ISO 10303. Введені визначення необхідних формальних понять. Наведені практичні рекомендації по розробці автоматизованих систем.

459. Тисличенко А. С. Исследование возможности и целесообразности использования меднохлорсеребряного электрода / А. С. Тисличенко, В. Н. Михайлин // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 33-37.

Проведен сравнительный анализ точности и воспроизводимости результатов измерений при использовании хлорсеребряного и разработанного нами меднохлорсеребряного электродов.

460. Турченко І. В. Підхід до нейромережевого управління об'єктом провітрювання / І. В. Турченко // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 95-104.

Розроблено імітаційну модель узагальненого об'єкту провітрювання, визначено головний критерій управління та досліджено використання послідовної схеми нейромережевого управління об'єктом. Описано вибірку даних для навчання нейронної мережі, її структуру та алгоритм навчання. Проведено експериментальні дослідження по оцінці похибки управління шляхом імітаційного моделювання.

461. Чисельне моделювання напруженодеформованого стану еластомерних елементів СИТ грохотів у САПР "МІРЕЛА+" / В. В. Киричевський, С. М. Гребенюк, С. І. Гоменюк, Р. В. Киричевський // Радиотехника, информатика, управление. – 2005. – № 2 (14). – С. 53-57.

Показано можливості застосування САПР «МІРЕЛА+» щодо визначення напружено-деформованого стану конструкцій. Розраховано напружено-деформований стан еластомерних елементів сит грохотів.

462. Швец Е. Я. Разработка и исследование интегрированных комбинированных датчиков мощности излучений / Е. Я. Швец, Е. Н. Киселев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2005. – № 2 (14). – С. 37-42.

Предложены новая методика разработки и исследования интегрированных адаптивных датчиков на основе комбинированных твердотельных структур, к которым относится биполярный транзистор с полевым управлением (БТПУ). Исследования характеристик БТПУ показали их способность к адаптивному изменению электрических параметров. На базе предложенной методики разработаны и исследованы конструкции датчиков мощности излучений.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2006

№ 1

463. Баркалов А. А. Адаптация MDA для моделирования управляющих автоматов в стандартных UML / А. А. Баркалов, И. Я. Зеленева, А. А. Гриценко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 33-37.

Предложен подход к адаптации технологии MDA для моделирования цифровых систем, в частности управляющих автоматов, и разработана методика применения UML в качестве языка описания системы.

464. Баркалов А. А. Оптимизация схемы микропрограммного автомата МИЛИ на FPGA / А. А. Баркалов, А. А. Красичков, В. А. Бойков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 38-41.

Предложен метод оптимизации автомата Мили кодированием полей совместимых микроопераций. Метод основан на вертикализации исходной граф-схемы алгоритма, которая обеспечивает полную совместимость всех микроопераций управляющего алгоритма. Для улучшения быстродействия цифровой системы на базе такого автомата предложено преобразование унитарного кодирования микроопераций в параллельный код микроинструкций.

465. Бондарев Б. Н. Об использовании спектральных представлений в радиотехнике и электросвязи / Б. Н. Бондарев, Д. М. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 14-19.

Проведен анализ используемых понятий и определений для спектров сигналов. Показано, что при определении спектра сигнала на большом временном интервале, несвязанном с параметрами электрических цепей, можно получить искаженные результаты. Поскольку любая электрическая цепь имеет конечное время «памяти», то и определение спектра сигнала должно производиться с учетом этого интервала.

466. Вершина А. И. Иерархическая система представления информационных ресурсов / А. И. Вершина, Г. Г. Киричек, Д. М. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 107-113.

Использование информационных ресурсов в системе управления информационными потоками университета рассмотрено с позиции теории решения задач и представляется как иерархическая система, дающая возможность реализации процесса обучения на базе распределенных информационных ресурсов библиотеки. Каждый уровень получения информации описывается как процесс Маркова.

467. Влияние обработки поверхности пластин Si на характеристики силовых диодных структур, облученных электронами / А. Н. Горбань, В. В. Кравчина, А. И. Коляда, Д. М. Гомольский, А. И. Солодовник // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 23-29.

Диоды с наименьшим временем восстановления и максимальным коэффициентом формы $K_{\text{гг}}$ тока восстановления получены на диодных структурах изготовленных на пластинах после резки (кремний 70 Ом·см), которые имеют наименьший рельеф поверхности. Отсутствие операций шлифовки, отжига РЦ при более низкой температуре позволяют упростить технологию изготовления силовых диодов, но требуют ее доработки на этапе кассетной пайки. При помощи исследования спектров НЕСГУ показано, что после отжига травленных и шлифованных пластин кремния доминирующими являлись уровни $H1(0,21)$ и $E4(0,37)$, причем для травленной поверхности наблюдается значительная концентрация рекомбинационных центров $H1(0,21)$, а для шлифованной поверхности характерна преобладающая концентрация рекомбинационных центров с энергией $E4(0,37)$.

468. Воропай О. Ю. Призначення інтервальних допусків для немонотонних вихідних функцій / О. Ю. Воропай // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 19-23.

Розроблено метод призначення оптимальних гарантованих допусків для вихідних функцій з екстремумами. Умовна оптимізація об'єму допускової області зведена до задачі безумовної оптимізації, для чого запропоновано алгоритм пошуку точок дотику областей працездатності та допусків.

469. Голдобин А. А. Квазигомоморфное преобразование гиперграфов в автоматизации проектирования устройств управления / А. А. Голдобин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 41-48.

Предлагается эффективный метод разработки схемных устройств управления. Преимуществом модифицированной алгебры абстрактных автоматов является простота перехода от описания граф-схемы алгоритма к гиперграфу переходов параллельного автомата посредством квазигомоморфного преобразования ориентированных гиперграфов. Новизна метода заключается в использовании для преобразования специального операторного пространства.

470. Гребенюк С. Н. Сингулярный конечный элемент серендипова семейства для композита с трещиной / С. Н. Гребенюк, В. В. Киричевский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 48-57.

Рассмотрен вывод коэффициентов матрицы жесткости сингулярного конечного элемента серендипова семейства для композита с трещиной на основе вариационного принципа Лагранжа. Сингулярность полей деформаций и напряжений моделировалась путем смещения промежуточных узлов конечного элемента на $1/4$ длины стороны по направлению к вершине трещины.

471. Дубровин В. И. Прогнозирование величины коэффициента упрочнения деталей авиадвигателей / В. И. Дубровин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 89-95.

Рассмотрено решение задачи прогнозирования величины коэффициента упрочнения на основе нейронных сетей. Разработаны алгоритмы, позволяющие осуществлять оценку информативности и отбор информативных параметров.

472. Зайцев Д. А. Исследование эффективности использования адресного пространства протокола Bluetooth / Д. А. Зайцев, М. В. Березнюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 57-63.
- В настоящей работе построены модели Петри ведущего и ведомых устройств, реализующих протокол Bluetooth. На примере моделей пикосетей с различным числом ведомых устройств выполнена оценка эффективности использования адресного пространства протокола. Для построения и исследования моделей использована промышленная моделирующая система CPN Tools. Выявлена возможность пробуксовки обмена информацией при росте числа подключенных к пикосети ведомых устройств.*
473. Ильяшенко М. Б. Разработка и исследование параллельного алгоритма проверки граф-подграф изоморфизма / М. Б. Ильяшенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 63-69.
- В работе представлен алгоритм проверки граф подграф изоморфизма и его параллельная реализация, разработанные с целью решения задачи на графах большого размера. После детального описания последовательного алгоритма приводится его сравнение с аналогичными алгоритмами других авторов по данным экспериментов на базе графов для оценки производительности алгоритмов установления изоморфности. Для параллельной реализации приводятся оценка эффективности распараллеливания.*
474. Исследование двухмерной САУ частотой вращения ротора вентилятора и степенью повышения давления в вентиляторе двухроторного ГТД при произвольных входных воздействиях / В. И. Гостев, С. Н. Скуртов, А. Н. Чаузов, С. С. Баранов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 137-144.
- Изложены результаты исследования методом математического моделирования двухмерной системы автоматического управления частотой вращения ротора вентилятора и степенью повышения давления в вентиляторе двухроторного газотурбинного двигателя с цифровыми оптимальными по быстродействию регуляторами при произвольных входных воздействиях.*
475. Козин И. В. Фрагментарный алгоритм для задачи симметричного размещения / И. В. Козин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 69-73.
- В работе рассматривается задача размещения в прямоугольнике прямоугольных блоков заданных размеров. В качестве критерия качества решения берется критерий симметрии определенного вида. Получен фрагментарный алгоритм поиска симметричных размещений. Описана информационная система для решения задачи симметричного размещения блоков, которая может применяться при подготовке рекламных изданий.*
476. Крапивний О. В. Про оцінювання поля, розсіяного опуклим імпедансним циліндром / О. В. Крапивний, В. П. Чумаченко, В. М. Онуфрієнко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 5-9.
- Розглядається задача наближеної оцінки високочастотного поля, розсіяного опуклим імпедансним циліндром. Використовуються властивості локальності короткохвильового поля на поверхні розсіювача і приймається до уваги його кривизна. Запропонований підхід є більш точним, ніж наближення фізичної оптики (ФО), однак зберігає порівняну з ним простоту.*

477. Криводубский О. А. Правила рационального размещения изображений в памяти технических систем / О. А. Криводубский, Р. Т. Газимов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 73-78.
- В статье рассматриваются принципы фиксации, размещения и хранения визуальной информации. При их рассмотрении вводится основная единица визуальной информации – «событие» и предлагается способ его представления как группы изображений. Для предложенного представления события определяется и формализуется понятие «размещение» и критерии его оптимальности.*
478. Кудерметов Р. К. Методика и программная библиотека функций для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений блочными методами для параллельных вычислительных систем / Р. К. Кудерметов, Н. Д. Маслова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 78-85.
- В статье представлена библиотека функций для моделирования сложных динамических объектов на параллельных вычислительных системах. В качестве базовых алгоритмов библиотека использует параллельные блочные методы. Для организации обмена данными между параллельными процессорами используется стандарт MPI.*
479. Кудерметов Р. К. Структурный синтез операцийных модулей модулярной арифметики нейронных сетей параллельных обчислень / Р. К. Кудерметов, А. М. Щербаков, М. Ю. Юрич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 102-106.
- Розглянута можливість розширення сфери застосування нейронних мереж для паралельної обробки даних у модулярній системі залишкових класів. Наведенні результати структурного синтезу операційного модуля ділення чисел модулярної арифметики.*
480. Кудин В. Ф. Субоптимальное нелинейное управление контуром стабилизации усилия резания в металлообработке, инвариантное в отношении внешних возмущений / В. Ф. Кудин, А. В. Торопов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 144-151.
- Рассмотрена задача синтеза субоптимального регулятора контура стабилизации усилия резания металлорежущего станка. Спроектирован нелинейный субоптимальный регулятор на основе метода Беллмана-Ляпунова с использованием концепции метода «погружения», инвариантный в отношении внешних возмущений.*
481. Неласая А. В. Протокол цифровой подписи на гиперэллиптических кривых / А. В. Неласая // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 113-118.
- В статье показана эволюция алгоритмов цифровой подписи. Продемонстрировано использование гиперэллиптических кривых в протоколе цифровой подписи. На примере показана корректность модифицированного с использованием гиперэллиптических кривых протокола цифровой подписи ДСТУ 4145.*
482. Никулищев Г. И. Криптоанализ блочно-поточкового шифра и определение его свойств / Г. И. Никулищев, Г. Л. Козина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 118-123.
- В статье проводится криптоанализ алгоритма шифрования с неизвестным криптопреобразованием по известным ключевым, входным и соответствующим выходным данным. В результате криптоанализа вскрыт алгоритм шифрования, найдены его слабые стороны и предлагаются рекомендации по повышению его стойкости.*

483. Онуфрієнко В. М. Поляризованість та намагніченість несущільного фрактального середовища / В. М. Онуфрієнко, А. О. Місюра // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 9-13.

Для опису поляризації та намагнічуваності неоднорідних структур розглянуто фрактальні множини у метриці Хаусдорфа. Записано рівняння Максвелла для поля в неоднорідному фрактальному середовищі з диферінтегральними розподілами комплексних матеріальних параметрів. Показано, що виділення поляризаційних фрактальних струмів в неоднорідному фрактальному середовищі і дозволяє розглядати рівняння моделі однорідного середовища. Обговорюються перспективи застосування методу для опису поля у штучних метаматеріалах.

484. Орловский И. А. Модель электропривода постоянного тока на рекуррентных нейронных сетях / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 151-159.

Получены уравнения для вычисления весовых коэффициентов рекуррентных нейронных сетей (РНС), представляющих модель линейного динамического объекта. Реализованы модели электропривода постоянного тока на РНС. Результаты моделирования показали высокую точность рассчитанных моделей на РНС.

485. Переверзев А. В. Запобігання алгоритмічних збоїв систем ECAD / А. В. Переверзев, О. В. Василенко, Р. В. Прокопенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 123-128.

У статті проведено аналіз обчислювальних алгоритмів ECAD систем. Виявлено можливі збої алгоритму при моделюванні пристроїв електронної техніки і запропоновано рекомендації по їх усуненню.

486. Потапенко Е. М. Робастное управление неопределенной электромеханической системой / Е. М. Потапенко, Е. Е. Потапенко, А. Е. Казурова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 129-136.

Рассматриваются процессы управления скоростью и перемещением. Исследованы робастные комбинированные системы управления с компенсаторами, состоящими из наблюдателя неопределенности и регулятора. В качестве единственного измерителя используется грубый инкрементный датчик перемещений. Для получения скорости движения используется асимптотический дифференциатор. Компьютерное моделирование подтвердило динамические характеристики синтезированных систем управления.

487. Программная реализация экспертной системы на базе семантической нейронной сети для диагностики компьютерных сетей / Г. Ф. Кривуля, О. С. Коробко, А. И. Липчанский, Д. Е. Шуклин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 1 (15). – С. 95-102.

В работе рассматривается возможность применения экспертной системы на базе нейронной сети в целях диагностики компьютерной сети. Предлагается программное построение нейронной сети в виде многоуровневой системы. Каждый уровень указанной системы представляется совокупностью классов и методов, осуществляющих требуемые преобразования данных.

488. Табунщик Г. В. Робастное планирование эксперимента в медицинских исследованиях / Г. В. Табунщик, Е. В. Кирсанова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 85-88.
- В статье исследуется зависимость показателей здоровья детей от степени загрязненности района проживания. Для решения данной задачи в работе используется робастное планирование эксперимента, так как требуется исключить влияние на показатели здоровья социально-бытовых факторов. Предложен метод формирования плана эксперимента, считающий основные концепции робастного планирования эксперимента и таблиц сопряженности.*
489. Толбатов В. А. Сучасні проблеми інтеграції автоматизованих систем управління промислових підприємств машинобудівної галузі / В. А. Толбатов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 159-161.
- Розглянуті можливі напрями та принципи інтеграції автоматизованих систем підприємства. Наведена низка чинників, які негативно впливають на швидке створення інтегрованого інформаційного середовища машинобудівного підприємства.*
490. Шило Г. Н. Расчет допусков методом касательных при корреляционной связи / Г. Н. Шило, Д. А. Коваленко, Н. П. Гапоненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 1 (15). – С. 29-32.
- Рассматриваются особенности формирования допусковой области при нормальном законе распределения и корреляционной связи между параметрами элементов. Приводятся соотношения для применения метода касательных. Предлагаются итерационные алгоритмы для анализа допусков. Оценивается влияние корреляционных связей на величину допуска выходной функции.*

№ 2

491. Баркалов А. А. Преобразование адресов в композиционном микропрограммном устройстве управления с разделением кодов / А. А. Баркалов, Р. В. Мальчева, Х. Баракат // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 9-13.
- Предложен метод оптимизации композиционного микропрограммного устройства управления с разделением кодов. Метод основан на введении преобразователей адреса микрокоманды и кодов операторных линейных цепей в схему устройства управления. Метод позволяет уменьшить емкость управляющей памяти. Рассмотрен пример применения предложенного метода.*
492. Бодянский Е. В. Двойной взвлет-нейрон и алгоритм его обучения / Е. В. Бодянский, Е. А. Винокурова, Н. С. Ламонова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 85-91.
- В статье предложена архитектура двойного взвлет-нейрона, который является модификацией стандартного взвлет-нейрона, и алгоритм обучения его параметров. Предложенная архитектура позволяет улучшить аппроксимирующие свойства взвлет-нейрона. Проведено имитационное моделирование предложенного двойного взвлет-нейрона и алгоритма его обучения с использованием нестационарного хаотического временного ряда.*

493. Брайловський В. В. Імітатор сигналів ядерної індукції для імпульсного якр-спектрометра / В. В. Брайловський, П. П. Ватаманюк, М. Г. Рождественська // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 14-16.
Запропоновано схему імітатора сигналів для налагоджування імпульсних спектрометрів ядерного квадрупольного резонансу (ЯКР). Коливання, подібні до сигналів ядерної індукції, генеруються кварцовим резонатором. Ударне збудження кварцового резонатора забезпечується радіоімпульсами накачування спінової системи досліджуваного зразка речовини.
494. Грездов Г. Г. Новый способ оценки величины остаточного риска при формировании экономически эффективной комплексной системы защиты информации в автоматизированных системах / Г. Г. Грездов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 109-115.
Предлагается методика оценки вероятности проявления угроз информации. Рассматриваются два класса угроз информации.
495. Грядун В. И. Влияние активных атомов на энергию образования точечных дефектов в кремнии / В. И. Грядун // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 16-20.
Методом механико-молекулярного моделирования AMBER рассматриваются точечные дефекты и комплексы атомов с вакансиями и междоузельными атомами кремния. Рассчитаны энергии образования точечных дефектов, а также комплексов V-X и IA-X. Показано, что только атомы водорода в комплексе с вакансией снижают энергию ее образования, а для комплексов Si-X она значительно превышает энергию образования собственного междоузельного атома.
496. Дранкова А. О. Исследование сети Хопфилда для распознавания цифро-подобных образов / А. О. Дранкова, Е. В. Ткаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 91-93.
Исследованы функциональные возможности дискретной сети Хопфилда для распознавания цифро-подобных образов при наличии шумов различной природы и интенсивности. Результаты компьютерного моделирования позволяют рекомендовать данные сети для распознавания стационарных образов при достаточно большом процентном содержании помех.
497. Дубровин В. И. Диагностика на основе генетических алгоритмов / В. И. Дубровин, Е. Н. Федорченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 115-120.
Исследованы функциональные возможности дискретной сети Хопфилда для распознавания цифро-подобных образов при наличии шумов различной природы и интенсивности. Результаты компьютерного моделирования позволяют рекомендовать данные сети для распознавания стационарных образов при достаточно большом процентном содержании помех.
498. Ефименко Н. В. Построение регуляризованных эллипсоидальных оценок в задаче определения вектора состояния линейной дискретной системы с многомерным выходом / Н. В. Ефименко, Н. В. Луценко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 157-161.
Предлагается новый класс алгоритмов эллипсоидальных оценок состояния динамических объектов, у которых вектор выхода измеряется с аддитивной помехой. Компоненты вектора помех считаются ограниченными по модулю заданными константами. В отличие от известных, предлагаемые алгоритмы нечувствительны к нарушениям априорных предположений о модели объекта управления.

499. Исследование допусковых ограничений в конструкциях микрополосковых фильтров с учетом вида аппроксимации АЧХ / В. Н. Крищук, Л. М. Карпуков, М. В. Заскоцкая, А. Ю. Фарафонов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 20-26.

Проведено дослідження допускових обмежень на геометричні розміри конструкцій мікрополоскових фільтрів з урахуванням виду апроксимації амплітудно-частотної характеристики, забезпечуючих задані характеристики фільтра. Синтез фільтрів виконується на основі фільтров-прототипів нижніх частот. Розрахунок допусків проводиться з використанням інтервальних моделей. Урахування впливу технології виготовлення топології фільтрів здійснюється шляхом введення вагових коефіцієнтів.

500. Исследование задач механики деформируемого твердого тела в вычислительном комплексе "Мирела+" / Р. В. Киричевский, Е. С. Решевская, В. М. Тархова, Е. В. Прокопенко, В. В. Киричевский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 54-60.

Описуються класи задач механіки деформованого твердого тіла, рішення яких можна отримати за допомогою вичислювального комплексу «МІРЕЛА+», заснованого на методі кінцевих елементів (МКЕ). Розв'язані задачі контакту еластомерних віброізоляторів, задачі визначення напружено-деформованого стану прямокутної плити з тріщиною. Виведені коефіцієнти інтенсивності напружень вздовж фронту тріщини.

501. Крапивной А. В. Об оценивании волнового поля, рассеянного мягкой сферой / А. В. Крапивной, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 5-8.

На прикладі короткохвильового розсіяння плоскої хвилі м'якою сферою встановлено можливість використання для рішення тривимірних задач нового підходу, апробованого раніше на двовимірних об'єктах в разі їх возбуждення електромагнітною хвилею. Теорія ґрунтується на властивості локальності високочастотного розсіяння, приймає до уваги кривизну граничної поверхності і не передбачає звороту в нуль полів на затіненому її частині. Метод більш точний, ніж наближення фізичної оптики, однак зберігає порівнювану з ним простоту.

502. Крищук В. М. Генетичний алгоритм призначення допусків на радіоелементи з інтервальним оцінюванням / В. М. Крищук, Г. М. Шило, Б. А. Артющенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 26-31.

Запропоновано метод підвищення ефективності генетичного алгоритму для призначення інтервальних допусків на радіоелементи. Крім відомих способів оцінки працездатності рішень використовується інтервальне розширення вихідних функцій та пошук межових вершин методом впливів. Алгоритм адаптовано до роботи з обмеженнями, що виникають при проектуванні радіоапаратури.

503. Кулик А. С. Диагностирование данных корпоративных информационных систем на основе естественной избыточности / А. С. Кулик, А. Ю. Завгородний // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 120-128.

Представлен підхід до діагностування даних корпоративних інформаційних систем на основі ервнрнної збитковості, базуючийся на концепції діагностических моделей. Послдователно рещені задачі обнаруження ошбокк, пошкка ошбокочных кортежей, ошбокочных атрбутов и определєния вида ошбокк. Представлены оцєнки вычислительной сложности рещенных задач.

504. Липчанский А. И. Использование продуктивных систем и бинарных отношений в экспертных системах диагностики компьютерной техники / А. И. Липчанский, М. Сами, Х. Зидат // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 93-101.

Рассматривается возможность использования продукций для создания экспертных систем, способных поставить диагноз возможному состоянию компьютерной техники. Показано, что эта цель может быть достигнута с помощью использования бинарных отношений, заданных на множестве состояний объекта диагностирования. Эффективность предлагаемого подхода иллюстрируется на конкретных примерах.

505. Моделирование напряженно-деформированного состояния композитов и конструкций на их основе / С. Н. Гребенюк, С. И. Гоменюк, Е. Л. Мизерная, В. В. Киричевский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 50-54.

Предложена методика решения некоторых задач механики композитов. Рассмотрены задачи вязкоупругого деформирования и деформирования с трещиной. Решение получено на основе метода конечных элементов. Данная методика реализована в виде пакета прикладных программ «МРЕЛА+».

506. Новиков А. К. Синтез оптимальных управлений на основе аналитического решения линейной стационарной двухточечной краевой задачи: Часть 1. Постановка и решение задачи. Базовый алгоритм. / А. К. Новиков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 133-143.

Рассматривается построение аналитического решения краевой задачи для линейных стационарных систем без ограничений на управляющие функции. В основу предлагаемого подхода положено, как и в классической теории управления, задание распределения корней управляемой системы. Решение задачи представлено в виде универсального (базового) алгоритма.

507. Новиков А. К. Синтез оптимальных управлений на основе аналитического решения линейной стационарной двухточечной краевой задачи: Часть 2. Примеры применения базового алгоритма / А. К. Новиков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 143-156.

На конкретных примерах рассматриваются особенности применения базового алгоритма, построенного в первой части статьи. Для систем с ограничениями на управляющие функции используется принцип поэтапного планирования метода динамического программирования.

508. Новотарський М. А. Мережі для моделювання складних систем / М. А. Новотарський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2006. – № 2 (16). – С. 60-66.

В роботі дано короткий огляд сучасного стану мереж, що орієнтовані на формальний опис складних систем з метою побудови інформативних імітаційних моделей. Обґрунтовано необхідність подальшого розвитку мережних засобів для підвищення адекватності моделей складних систем. Розглянуто статичні характеристики мереж для формального опису систем з асинхронною взаємодією процесів. Опис динаміки даного типу мереж виконано з застосуванням апарату алгебри процесів та дано означення допустимих видів взаємодії. Наведено приклади опису процесів і їх взаємодії.

509. Оборжицкий В. И. Розрахунок електричних параметрів напрямлених відгалужувачів на зв'язаних лініях передачі з компенсуючими реактивностями / В. И. Оборжицкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 37-41.

Запропоновано метод розрахунку електричних параметрів напрямленого відгалужувача на двох однакових зв'язаних лініях передачі з додатковим і реактивними елементами, який забезпечує можливість компенсації впливу різниці фазових швидкостей парної і непарної моди впливу неоднорідностей з'єднань вхідних ліній зі зв'язаними лініями.

510. Рязанцев А. И. Система экологического мониторинга окружающей среды / А. И. Рязанцев, В. С. Кардашук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 128-132.

Предлагается архитектура и структура системы экологического мониторинга окружающей среды с использованием современных средств измерительной и вычислительной техники. Приведены функции, структура системы, ее состав, технические характеристики.

511. Сердюк С. Н. Усовершенствование модели представления экспертных проблемных знаний / С. Н. Сердюк, К. Х. Ибрагим, Ж. К. Каминская // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 66-70.

Проведен анализ семантико-синтаксической структуры предложений русского языка (СССПРЯ) с целью усовершенствования моделей представления экспертных проблемных знаний (МПЭПЗ), позволяющих автоматизировать процесс извлечения знаний из экспертов в более узкой области – по предметным знаниям. Процесс формализации проблемных знаний представлен двумя взаимосвязанными моделями: прикладной моделью представления знаний экспертов и моделью представления этих знаний с помощью направленных графов.

512. Скляр А. Я. Моделирование транспортных коммуникаций корпоративных компьютерных сетей: распределение транзакций по маршрутам / А. Я. Скляр, И. А. Макрушан // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 70-74.

В данной статье рассмотрены вопросы моделирования транспортных коммуникаций корпоративных компьютерных сетей. Предлагается два подхода решения задачи: построение модели распределения потоков данных на основе методов максимизации энтропии, а также использование гравитационной модели распределения транзакций. В соответствии с предлагаемыми подходами представлены гравитационная и энтропийная модели распределения потоков данных. Показана практическая значимость предложенных подходов.

513. Структура цифрового автомата с псевдослучайными переходами из начального состояния в одно и то же конечное состояние / Н. В. Алипов, Н. М. Кораблев, М. И. Хиль, М. В. Гусятин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 102-109.

В статье впервые описана структура цифрового автомата с псевдослучайными переходами для систем защиты информации при ее передаче.

514. Сыревич Е. Е. Верификация высокоуровневых моделей цифровых устройств / Е. Е. Сыревич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 74-77.

Предлагается стратегия верификации моделей цифровых устройств, описанных с помощью языков описания аппаратуры. Основная идея лежит в генерации различающих псевдоисчерпывающих тестов для отдельных функциональных элементов, суперпозиции этих тестов и в интерактивном вычислении эталонных реакций.

515. Топалов В. В. Синтез сигнальных конструкций на основе многопозиционных временных сигналов и Турбо кодов / В. В. Топалов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 42-45.

Представлен кодер и декодер новых составных Турбо конструкций. Приводится выведенная аналитическая граница вероятности ошибки бита. Оценивается энергетическая эффективность составных Турбо конструкций с пределом Шеннона и Турбо кодами. Производятся измерения эффективности Турбо конструкций с многопозиционными временными сигналами на реальных каналах тональной частоты.

516. Швец Е. Я. Микроконтроллерное устройство для лечения амблиопии / Е. Я. Швец, Л. Л. Веревкин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 45-49.

Представлены результаты разработки нового устройства, предназначенного для восстановления зрения амблиопичного глаза, перспективность которого заключается в возможности проведения комплекса лечебных мероприятий для детей различных возрастных групп.

517. Эффективность работы систем абонентского радиодоступа САРД при наличии помехи. Модуль и анализ / В. Г. Лихограй, А. Е. Стрельницкий, А. А. Стрельницкий, А. И. Цопа, В. М. Шокало // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 31-37.

В статье предложена модель для расчета эффективности работы САРД при наличии непрерывной и импульсной помехи, приведен ее математический анализ, разработана методика построения кривых постоянной вероятности битовой ошибки, которые ограничивают области гарантированной эффективности работы САРД.

518. HEDEFS-программно-аппаратная система моделирования неисправностей / В. И. Хаханов, А. Н. Парфентий, К. Хассан, Г. Ваде // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2006. – № 2 (16). – С. 77-84.

Предлагается программно-аппаратная реализация дедуктивно-параллельного топологического метода моделирования неисправностей HEDEFS – Hardware Embedded DEductive Fault Simulation, который использует ad hoc технологии анализа сходящихся разветвлений, обратного моделирования дефектов, тестопригодного преобразования схем, ориентированного на обработку цифровых проектов большой размерности вентильного и регистрового уровней описания. Представлены структурные аппаратные решения для реализации метода при оценке качества генерируемых тестов.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2007

№ 1

519. Артюшенко Б. А. Параметричний синтез лінійної антенної решітки при заданих допусках за допомогою генетичного алгоритму / Б. А. Артюшенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 15-18.
- Запропоновано метод, що базується на використанні генетичного алгоритму синтезу антенних решіток при заданих допусках на параметри. Розглянуто можливість використання інтервалів для представлення допускової області. Показано, що природне інтервальне розширення може бути застосовано для оцінки граничних лінійних антенних решіток.*
520. Ващенко В. В. Решение методом произведения областей Н-плоскостной задачи дифракции волн на наклонной границе раздела диэлектрических сред в прямоугольном волноводе / В. В. Ващенко, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 5-9.
- Рассматривается известная задача дифракции электромагнитных волн на прямолинейной границе раздела диэлектрических сред. Решение находится с помощью недавно предложенного варианта метода произведения областей, который использует определенного вида тригонометрические разложения для представления искомой функции внутри выпуклых многогранников. Путем сравнения полученных результатов с данными других авторов, установлены применимость и эффективность этого подхода при исследовании волноводных устройств, содержащих наклонную границу раздела сред.*
521. Вершина А. И. Применение цепей Маркова при моделировании учебного процесса / А. И. Вершина, Т. Н. Семерюк, Б. Т. Солдатов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 48-52.
- Рассмотрены условия, при которых обучение можно описать как марковский процесс. Постоянство вероятностей переходов между состояниями обучения определяется законом распределения времени на обучение и дисциплиной планирования. Элементы фундаментальной матрицы тесно связаны с затратами времени на обучение.*
522. Ветрова Н. М. Экологическое управление: виды и особенности стратегий экологической направленности / Н. М. Ветрова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 124-127.
- В данной статье рассматриваются проблемы учета экологического фактора при разработке стратегии управления деятельностью на микроуровне и предлагается классификация базовых стратегий экологической направленности и мероприятия по их реализации.*
523. Гапоненко Н. П. Проектирование пластинчатых радиаторов с оптимальными массогабаритными параметрами / Н. П. Гапоненко, Е. В. Огренич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 22-26.
- Анализируется тепловой режим пластинчатого радиатора при изменении его толщины. Показано, что при определенной толщине пластины обеспечивается минимальное значение массы или массогабаритных параметров радиатора. Даются рекомендации по выбору материалов.*

524. Герасин С. Н. Методы оценки рентабельности финансовой деятельности иерархических бизнес-структур / С. Н. Герасин, Е. В. Слипченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 52-56.
Изучена иерархическая структура бизнес-процессов. Выделен класс типовых и элементарных бизнес-процессов. Для них сформулированы типичные задачи оптимального управления оборотными средствами и предложены конкретные алгоритмы их решения.
525. Говоров А. О. Анализ стандартов электронной цифровой подписи / А. О. Говоров, Г. И. Никулищев, Г. Л. Козина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 105-108.
В статье рассмотрены современные стандарты электронной цифровой подписи на эллиптических кривых ГОСТ Р 34.10-2001 (России) и ECDSA (США). Предложена реализация этих стандартов в специализированном математическом пакете, написаны процедуры базовых операций над точками эллиптической кривой. Показаны отличия стандартов во времени и процедурах формирования и проверки подписи.
526. Горецкий А. С. Мультиагентные технологии в системах управления персоналом / А. С. Горецкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 108-112.
В работе рассмотрены особенности агентных технологий и перспективы их использования для разработки программных систем. Предложен агентный подход к созданию компьютерных систем управления персоналом. Рассмотрена модель системы управления профильного отбора персонала.
527. Демин М. К. Методы представления иерархической информации в реляционных базах данных информационноуправленческих архитектур / М. К. Демин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 56-62.
В статье анализируются возможные методы представления иерархической информации в базах данных информационно-управленческих архитектур, приведены результаты тестирования эффективности этих методов в реальных задачах, выбран лучший метод, даны общие рекомендации по применению рассмотренных методов в реляционных базах данных.
528. Дистанційне навчання в освітньому процесі збройних сил України / І. О. Романенко, С. В. Алексєєв, І. В. Рубан, С. А. Войтович, В. В. Калачова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 115-119.
На основі аналізу структури існуючої системи дистанційного навчання (СДН) Міністерства освіти і науки України та положень Концепції створення системи дистанційного навчання у Збройних Силах України запропоновано варіант загальної структури інтегрованої СДН Міністерства освіти і науки та Міністерства оборони України.

529. Допусковый анализ конструкций фильтров с немонотонностью АЧХ / А. Ю. Воропай, В. Н. Кришук, Л. М. Карпуков, А. Ю. Фарафонов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 18-21.
Предложено процедуры назначения допусков параметров фильтров с использованием методов математического программирования для определения глобального экстремума АЧХ. Проведено исследование влияния допусков на параметры пассивного микрополоскового полосового фильтра на связанных линиях с боковой связью и активного полосового РС-фильтра с многопетлевой обратной связью. Показано преимущества предложенного метода в сравнении с данными внутренней интерполяции для интервальных моделей.
530. Ильяшенко М. Б. Алгоритм нахождения граф-подграф изоморфизма для взвешенных графов и его применение / М. Б. Ильяшенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 62-68.
В работе предлагается подход к решению проблемы распределения задач в вычислительных сетях, обладающих стабильными характеристиками использования ресурсов. Приводится описание и исследование характеристик переборного алгоритма точного решения задачи. Предлагается способ построения систем планирования распределения ресурсов, обеспечивающий заданное качество обслуживания задач.
531. Килимник И. М. Повышение эффективности обработки информации при регистрации контролируемых параметров в системах автоматического управления / И. М. Килимник, Д. С. Ярымбаш // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 68-73.
Предложена методика динамической обработки дискретных данных, которая сокращает объем входной информации, обеспечивает вычислительную эффективность и точность описания, позволяет повысить качество автоматического управления. Представлена ее реализация для температурных измерений в мундштуке пресса и измерений токов индукторов в системе автоматического управления режимами электрообогрева при прессовании заготовок подовых и доменных блоков.
532. Колomoец Г. П. Исследование возможностей программы "Анализатор сетей "ETHERNET" для моделирования процесса возникновения коллизий в компьютерных сетях ETHERNET / Г. П. Колomoец // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 73-77.
Выполнено исследование построенной с помощью программы «Анализатор сетей Ethernet» модели сети и ее сравнение с разработанной моделью возникновения коллизий в сегменте с двумя рабочими станциями. Выявлено хорошее соответствие для зависимости времени возникновения первой коллизии от длины сегмента, однако обнаружены некоторые ограничения программы.

533. Крапивной А. В. О рассеянии плоской скалярной волны импедансной сферой / А. В. Крапивной, В. П. Чумаченко, Я. В. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 1 (17). – С. 9-14.

Рассматривается задача рассеяния плоской скалярной волны реактивно нагруженной сферой. Теория основывается на свойстве локальности коротковолнового рассеяния и дает в явном виде значение поля на поверхности цели. Она учитывает кривизну поверхности, а также значение поля на ее затененной части. Многочисленные сравнения с точными решениями для сфер различных размеров с постоянными значениями поверхностного импеданса показали, что метод является более точным, чем приближение физической оптики, и требует приблизительно тех же вычислительных затрат. Приведен пример мер использования развитого подхода в случае сферы с изменяющейся поверхностной нагрузкой.

534. Михайлова М. В. Порівняння алгоритмів нечіткого пошуку в текстах українською мовою / М. В. Михайлова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 1 (17). – С. 77-86.

У роботі проведено теоретичне та експериментальне порівняння ефективності роботи ряду методів нечіткого пошуку у текстових документах українською мовою. Показано, що найшвидшим та найефективнішим методом для пошуку слів з помилками є пошук за метрикою Левенштейна, найефективнішими для пошуку спільнокоренових слів – пошук за регулярним виразом та метод пошуку максимального спільного рядка з літерами, що розташовані поспіль, розроблений автором.

535. Намлинський А. О. Інтервальні коефіцієнти зовнішніх впливів в задачах вибору елементів / А. О. Намлинський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 1 (17). – С. 26-34.

Запропоновано метод призначення допусків на параметри елементів. Враховано вплив зовнішніх чинників на параметри елементів. Коефіцієнти зовнішніх впливів представлені інтервалами. Наведено реалізації стратегій максимального об'єму допусків і максимального об'єму коефіцієнтів зовнішніх впливів.

536. Никонова А. А. Технологические особенности изготовления контактных систем к полупроводниковым структурам / А. А. Никонова, Д. И. Левинзон, О. Ю. Небеснюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 1 (17). – С. 34-36.

Разработана многослойная система металлизации, состоящая из слоя силицида, барьерного слоя и низкоомного верхнего контактного слоя для устранения взаимодействия с нижележащим слоем кремния в контактных «окнах».

537. Орловский И. А. Разработка моделей нелинейных электротехнических объектов в виде степенных рекуррентных нейронных сетей / И. А. Орловский, А. А. Синявский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 1 (17). – С. 128-137.

Для создания моделей нелинейных объектов предложены степенные рекуррентные нейронные сети (СРНС). Разработана методика расчета этих сетей. Проведена проверка способности СРНС отображать модели нелинейных электротехнических объектов.

538. Подход к построению модели по звуковому сигналу с использованием вейт-преобразования / В. И. Дубровин, Ю. С. Афонин, Р. Н. Зинченко, С. С. Емельяненко, Т. В. Манило // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 112-114.

Представлен подход к построению модели по звуковому сигналу, являющийся комбинацией методов пакетного вейвлет-преобразования для обработки звукового сигнала и искусственной нейронной сети для оценки диагностируемых параметров. Эффективность предложенного подхода исследована на примере задачи диагностики износа режущего инструмента.

539. Примеры построения ориентированных графов переходов цифрового автомата с псевдослучайными переходами / Н. В. Алипов, Н. М. Кораблев, М. И. Хиль, М. В. Гусятин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 97-105.

Методом индукции строятся для конкретных параметров виртуальной последовательности ориентированные графы переходов цифровых автоматов с псевдослучайными переходами (ЦАПП).

540. Сенашова М. Ю. Кинетическая машина кирдина и задача восстановления утерянных данных / М. Ю. Сенашова, А. Г. Рубцов, М. Г. Садовский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 87-93.

Изложены предварительные результаты решения проблемы восстановления пропусков в символьных последовательностях при помощи кинетической машины Кирдина (далее КМК). КМК это мелкозернистый высокопараллельный распределенный вычислительный формализм. Предложен модифицированный имитатор КМК, специализированный для данной задачи. Имитатор работает с частью частотного словаря, содержащей лишь реагентоспособные слова. Решение задачи проиллюстрировано рядом примеров. Обсуждены дальнейшие направления применения КМК для задач восстановления утерянных данных.

541. Становский А. Л. Управление состояниями в сложных технических объектах / А. Л. Становский, Т. В. Лысенко, Н. П. Худенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 93-95.

Предложена система управления состояниями в технических объектах, положительный эффект от деятельности которой основан на достижении с помощью управления совпадения во времени событий в подсистемах тепло и массопереноса, дающем значительный качественный эффект.

542. Тараненко Ю. К. Использование параметрического контура регулирования амплитуды в автоколебательных системах виброчастотных плотномеров с механическим резонатором / Ю. К. Тараненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 37-43.

В статье рассмотрены вопросы повышения точности измерений путем использования параметрического контура регулировки амплитуды в автоколебательных системах виброчастотных измерителей плотности жидкости и газа с механическими резонаторами. Приведены структурные схемы систем возбуждения автоколебаний механического резонатора с регулировкой амплитуды колебаний и амплитуды тока в цепи возбудителя колебаний. Рассмотрены вопросы устойчивости автоколебаний в системах с параметрическими контурами.

543. Худяев А. А. Влияние неслучайной составляющей полезного сигнала на точность итерационной двухканальной воспроизводящей системы при случайных возмущениях / А. А. Худяев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 137-146.

Рассмотрено влияние неслучайной составляющей полезного сигнала на точность итерационной двухканальной воспроизводящей системы с эталонной настройкой каналов управления при случайных возмущениях. Графически определен закон самонастройки полосы пропускания второго, компенсирующего, канала на максимально возможную точность работы системы при изменении характеристик входных возмущающих воздействий.

544. Шило Г. М. Особливості компенсації зовнішніх впливів при призначенні нормальних допусків / Г. М. Шило, Д. А. Коваленко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 44-47.

Досліджується вплив зовнішніх чинників на вихідні функції електронних апаратів при нормальному законі розподілу параметрів елементів. Встановлені співвідношення між параметрами меж області працездатності та еліпсоїдної допускової області. Оцінено можливість використання спрощених компенсаційних моделей нормальних та інтервальних допусків. Досліджуються компенсаційні властивості для нелінійних вихідних функцій.

545. Шушляпин Е. А. Обобщение метода конечного состояния на нелинейные системы с переменными запаздываниями / Е. А. Шушляпин, Е. В. Виноградов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 146-149.

Для нелинейных динамических систем со многими переменными во времени запаздываниями решена задача терминального управления методом конечного состояния.

546. Щербань И. В. Непараметрическая стохастическая идентификация нелинейных систем на основе квадратичного критерия / И. В. Щербань, В. А. Бертенев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 149-153.

В статье рассматривается теоретическое решение задачи непараметрической идентификации стохастических систем. Найдено эффективное с вычислительной точки зрения приближенное решение, обеспечивающее возможность идентификации в реальном масштабе времени. Приведен пример, иллюстрирующий возможность практического применения предложенного подхода. Полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой точности рассмотренной процедуры непараметрической идентификации и возможности ее практического использования в реальных системах.

547. Ющенко С. С. Інформаційно-правові системи: Російський досвід / С. С. Ющенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 1 (17). – С. 119-123.

Статтю, створену в рамках реалізації науково-технічної програми «Розробка методів та програмних засобів лінгвістичної підтримки та експертизи законодавчих процесів» (провідна організація – Український мовно-інформаційний фонд НАН України), присвячено аналізу ряду російських інформаційно-правових систем.

№ 2

548. Асимптотическое выполнение математических операций на многофазных сигналах / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова, Е. В. Душинова, В. И. Левыкина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 144-147.
Разработан аппарат для проведения математических операций на многофазных зашумленных сигналах с неизвестной частотой и с постоянными неизвестными смещениями ноля. В частности, аппарат позволяет получить производные и интегралы главных гармоник фазовых сигналов. В качестве примера получены два алгоритма определения потокосцепления асинхронного двигателя по его ЭДС.
549. Афонин Ю. С. Применение методов Вейвлет-анализа и преобразования Фурье в задачах диагностики объектов по виброакустическому сигналу / Ю. С. Афонин, В. И. Дубровин, Т. В. Манило // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 112-117.
Представлены методы вейвлет-преобразования (быстрое и пакетное) и преобразование Фурье для обработки виброакустического сигнала в контексте их применения в задачах диагностики объектов. Для каждого метода выявлены характеристики (результаты обработки виброакустических сигналов), связанные с состоянием исследуемого объекта. Выполнено сравнение методов по времени обработки сигналов.
550. Берко А. Ю. Застосування мереж Петрі для моделювання систем електронної комерції / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 26-33.
У статті проаналізовано основні проблеми електронно ї комерції та запропоновано методи вирішення цих проблем.
551. Бодянский Е. В. Интерполирующая нейро-фаззи-сеть для моделирования цветопередачи печатной системы / Е. В. Бодянский, Н. Е. Кулишова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 90-96.
Предложены архитектура и алгоритм обучения нейрофаззи системы, предназначенной для решения задачи интерполяции двумерных функций, заданных на произвольно расположенных на плоскости узлах.
552. Гапоненко Н. П. Проектирование гофрированных тепловодов / Н. П. Гапоненко, Е. В. Огренич // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 5-8.
Исследуются процессы теплоотдачи в гофрированных тепловодах. Получены зависимости коэффициентов теплоотдачи конвекцией и излучением от угла гофрирования. Показана возможность оптимизации массогабаритных показателей. Предложен алгоритм проектирования.
553. Герасин С. Н. Стохастическая модель изменяющихся межпроизводственных потоков / С. Н. Герасин, М. А. Козлов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 33-37.
Предложена стохастическая интерпретация модели динамического распределения ресурсов. Формализм модели использует язык неоднородных марковских цепей. Показана возможность использования предложенной модели в задачах экономического прогнозирования.

554. Гороховатский В. А. Статистический анализ значений характерных признаков при распознавании изображений / В. А. Гороховатский, С. В. Кузьмин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 37-43.

Приведены результаты исследований по применению статистического подхода при формировании, оценке значений, анализе свойств и установлении эквивалентности характерных признаков изображений в целях структурного распознавания объектов. Экспериментальные оценки подтверждают возможность построения оптимальных локальных решений.

555. Гостев В. И. Определение управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при идентичных треугольных функциях принадлежности с ограничением / В. И. Гостев, С. Н. Скуртов, И. В. Панченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 132-134.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при идентичных треугольных функциях принадлежности с ограничением.

556. Гулин С. П. Анализ спектра отклика нелинейности, представленной функцией динамического насыщения, при многочастотном воздействии / С. П. Гулин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 8-13.

Предложен метод анализа спектра установившегося отклика нелинейности, представленной аналитической трансцендентной функцией, при многочастотном воздействии на основе гипергеометрической функции Гаусса. Полученные результаты позволяют моделировать поведение широкого класса электронных устройств и компонентов в режимах малого и большого сигналов с произвольным спектром.

557. Долгов В. И. Геометрический подход к сложению дивизоров гиперэллиптической кривой / В. И. Долгов, А. В. Неласая // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 44-50.

В статье приводится понятийный аппарат теории дивизоров гиперэллиптических кривых, а также рассматриваются примеры применения геометрического правила сложения для дивизоров различного типа гиперэллиптической кривой второго рода.

558. Дубровин В. И. Подсистема визуализации базы знаний экспертной системы технической диагностики / В. И. Дубровин, Л. Ю. Дейнега // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 117-121.

В статье представлена автоматизированная подсистема визуализации базы знаний, применение которой упрощает работу пользователя с экспертной системой. Приведена структура представления знаний, функциональные возможности подсистемы и пример ее использования.

559. Дьячук Т. С. Распределение заданий в многопроцессорной системе / Т. С. Дьячук, Р. К. Кудерметов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 51-54.

Разработана математическая модель оптимального распределения заданий для параллельной вычислительной системы с учетом загруженности ее вычислительных узлов. Представлены результаты экспериментальных исследований модели, которые демонстрируют значительный прирост производительности по сравнению с равномерным распределением параллельного задания по узлам кластера.

560. Егошина А. А. Формальная модель словообразовательной семантики / А. А. Егошина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 57-57.

В статье рассмотрен вопрос формализации семантики естественного языка. Предложена формальная модель словообразовательной семантики, учитывающая специфику словообразовательного значения в сравнении с заданными грамматическими и лексическими значениями производного слова.

561. Журавлев В. Н. Анализ метода расчета параметра эффективности маскирования речи в технических каналах утечки / В. Н. Журавлев, Е. А. Архипова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 57-64.

В статье проведен анализ метода цифровой корреляционной обработки контрольного фрагмента речи, который позволяет на основе расчета коэффициента корреляции обосновать аналитическую оценку параметра эффективности аддитивного маскирования речевых сигналов.

562. Ильяшенко М. Б. Алгоритм оптимального резервирования распределенных вычислительных ресурсов по критерию эффективного использования вычислительных узлов / М. Б. Ильяшенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 64-69.

В работе предлагается алгоритм оптимального резервирования вычислительных ресурсов, способный осуществлять поиск областей резервирования, согласно критериям оптимальности по числу и максимальной загрузке задействованных вычислительных узлов. Приводится детальное описание алгоритма и набора предварительных условий, которые сужают область поиска переборной части алгоритма.

563. Киприч Т. В. Анализ модификаций самоорганизующихся карт Кохонена по критериям регулярности и точности аппроксимации / Т. В. Киприч, В. И. Дубровин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 96-99.

Рассматривается проблема взаимовлияния регулярности и точности аппроксимации сети среди различных модификаций самоорганизующихся карт Кохонена. Приводится сравнительный анализ данных модификаций по количеству циклов обучения карты, ошибкам квантования и топографического упорядочивания нейронов.

564. Киричек Г. Г. Електронна бібліотека як об'єкт освітніх технологій / Г. Г. Киричек // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 122-127.

Мета дослідження – визначення основних засад та напрямків розвитку електронної бібліотеки, технологічне визначення принципів і джерел комплектування для забезпечення створення електронної бібліотеки.

565. Курапов С. В. Конструктивный алгоритм для раскраски кубических графов / С. В. Курапов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2007. – № 2 (18). – С. 69-75.

В данной работе представлен конструктивный алгоритм для раскраски кубических графов с применением теории вращения вершин. Алгоритм основан на фундаментальной теореме Петерсена выделения 1-факторов и 2-факторов в кубических графах.

566. Липчанский А. И. Классификация основных показателей для оценки надежности и диагностируемости компьютерных систем / А. И. Липчанский, А. А. Давыдов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 76-79.
В данной статье рассматривается классификация основных видов показателей для оценки надежности и диагностируемости компьютерных систем. Рассмотрены показатели безотказной работы, ремонтпригодности, долговечности, эксплуатационной готовности, комплексные показатели диагностируемости. Приведена классификация отказов.
567. Мусиенко М. П. Беспроводные информационно-коммуникационные и навигационные технологии на транспортных средствах / М. П. Мусиенко, В. И. Томенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 127-131.
В работе описано построение различных типов информационно-коммуникационных систем на базе беспроводных технологий, которые могут быть использованы на транспортных средствах. Рассмотрены навигационные и информационные каналы передачи данных, виды топологий сетей. Приведен пример аппаратной и программной реализации навигационного GPS комплекса с передачей данных по GSM каналу связи.
568. Никитина Т. Б. Синтез цифрового нелинейного робастного управления многоканальными системами / Т. Б. Никитина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 134-143.
Разработан метод синтеза нелинейного робастного управления многоканальными системами, работающими по принципу грубого и точного управления в соответствии с итерационным алгоритмом. Приведен пример динамических характеристик синтезированной двухканальной электромеханической системы.
569. Новотарский М. А. Алгебра процессов для имитационного моделирования сложных дискретных систем / М. А. Новотарский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 79-86.
В работе представлена алгебра процессов, как инструмент для формального описания сложных дискретных систем. Рассмотрена структура множеств, на которых определены переменные и выражения алгебры процессов. Описаны синтаксические конструкции и семантические правила выполнения операций, позволяющие задавать формальное описание имитационных моделей с реальной рабочей нагрузкой. Для определения адекватности модели предложено использовать принципы эквивалентности, базирующиеся на конгруэнтности, строгим и слабым взаимном подобии.
570. Определение параметров переноса заряда в CdTe детекторах γ -излучения методами математического моделирования / А. А. Захарченко, В. Е. Кутний, И. М. Прохорец, А. В. Рыбка, М. А. Хажмурадов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 13-15.
Предложен метод быстрого определения параметров переноса заряда с использованием дозиметрических характеристики детектора и с применением математического моделирования.

571. Пиза Д. М. Усовершенствование метеоканала аэродромного радиолокационного комплекса "Днепр-А" / Д. М. Пиза, Н. П. Чернобородова, М. П. Чернобородов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 16-20.
- Проведен анализ технических решений, использованных при проектировании аэродромного радиолокационного комплекса (АРЛК) «Днепр-А», и алгоритмов обработки метеоданных, источником которых является канал цели. Оценена эффективность работы метеоканала опытного образца лоатора. Предложены пути дальнейшего усовершенствования метеоканала комплекса «Днепр-А», апробированы новые алгоритмы устранения влияния мешающих отражений от земной поверхности.*
572. Потапенко Е. М. Синтез и анализ компенсатора пассивного LC-фильтра на выходе преобразователя частоты / Е. М. Потапенко, А. В. Соломаха // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 148-151.
- Синтезирован алгоритм работы упреждающего компенсатора, устраняющего искажения амплитуды и фазы, вносимые пассивным фильтром. Численное и натурное моделирование подтвердило работоспособность синтезированного алгоритма.*
573. Псарев В. И. О технике индентификации при системном анализе тонких островковых пленок / В. И. Псарев, Л. А. Пархоменко, Ю. В. Пьянкова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 20-25.
- Получены аналитические формулы для проведения системного анализа структурного огрубления островковых пленок на подложке. Для этой цели предложен метод установления сходства и различия между характеристиками теоретического и экспериментального распределения островков по размерам. Предложенный метод позволяет получать информацию о протекании процессов в системе микроостровков по мере их приближения к состоянию равновесия.*
574. Руденко О. Г. Управление нагрузкой в распределенной компьютерной системе при помощи нейронных сетей / О. Г. Руденко, А. В. Заец, Ю. Э. Ткач // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 99-101.
- Разработка диспетчера распределенной компьютерной системы на основе нейронных сетей перцептронного типа разрешила упростить процесс управления ресурсами распределенной компьютерной системы благодаря предложенной системе оценивания задач по критерию необходимых ресурсов. Использование нейронных сетей разрешает сократить время оценивания и повысить точность*
575. Савельев А. В. Обзор изобретений в области нейрокибернетики и нейромоделирования / А. В. Савельев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 101-111.
- В статье кратко представлены результаты некоторых работ по направлениям нейрокибернетики и нейрокомпьютеров, проводимых автором с 1977 г., с позиций воплощения их в ряд изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами. К этим направлениям относятся: исследование волнового проведения по дендритам, дендропроекторы; динамическое моделирование нервной системы; изучение циклов в нервной системе и реверберационных моделей; исследование посттетанической потенциации и механизмов памяти; исследование хаотических режимов в нейронах и нейросетях; изучение нейронной логики; исследование механизмов кодирования информации в нервной системе; моделирование явлений пессимума и трансформации ритма; разработка и применение нейросетевой концепции нейрона.*

576. Синхронизирующее управление экстремумами отдаленных состояний / А. Л. Становский, Т. В. Лысенко, Т. И. Носенко, Е. В. Лысенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 86-89.
- Определено понятие «событие» в теории синхронизирующего управления как поименованное состояние. Выполнена классификация событий. Предложен метод нейросеточной экстраполяции дискретных числовых временных трендов, основанный на замене значений тренда в узловых точках на значения производной интерполяционного полинома в этих же точках.*
577. Цыганаш В. Е. Анализ задачи оптимального управления процессом преобразования энергии в турбоагрегате / В. Е. Цыганаш, В. М. Зверев, Ю. С. Белоиваненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2007. – № 2 (18). – С. 151-154.
- Рассмотрены технологические аспекты и проблемы производства электроэнергии на теплоэлектроцентрали. Изложена концепция оптимального управления процессом преобразования энергии в турбоагрегате.*

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2008

№ 1

578. Антропов О. С. Метод минимума пространственной протяженности для определения диаграммы направленности антенны по измерениям ближнего поля / О. С. Антропов, С. М. Вовк, В. Ф. Борулько // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 9-12.
- Рассмотрена задача определения диаграммы направленности антенны путем восстановления распределения токов в плоскости раскрыва антенны по данным ближнего поля. Для решения обратной задачи восстановления распределения токов применен метод минимума пространственной протяженности. Диаграмма направленности антенны получена путем преобразования Фурье поля в раскрыве. Представлены результаты численного моделирования для случая одномерной апертуры.*
579. Біла Н. І. Про регуляризацію чисельного диференціювання / Н. І. Біла, Н. О. Нечипоренко, Л. О. Бондаренко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 42-45.
- Наводяться алгоритми, що дають найкраще за порядком наближення похідної таблично заданої функції. Використання класичних методів квазірішення та нев'язки зводить задачу чисельного диференціювання до розв'язання задач лінійного програмування зі спеціальною структурою матриці обмежень, що дозволяє значно зменшити об'єм обчислень.*
580. Бодянский Е. В. Прогнозирование временных последовательностей на основе каскадной ортогональной нейронной сети / Е. В. Бодянский, Е. А. Викторов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 92-97.
- В статье рассматривается новая нетрадиционная нейросетевая архитектура – каскадная ортогональная нейронная сеть, алгоритм ее обучения в пакетном режиме и в режиме реального времени, а также применение этой архитектуры для решения задач прогнозирования и аппроксимации.*

581. Довбня А. Н. Определение параметров модели магнитного спектрометра по экспериментальным данным / А. Н. Довбня, С. Г. Удовенко, А. А. Шамраев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2008. – № 1 (19). – С. 45-49.
Разработан специализированный контроллер для цифрового управления магнитным спектрометром. По результатам активного эксперимента рассчитаны параметры модели анализирующего магнита, которая стала основой для синтеза адаптивного регулятора.
582. Дубровин В. И. Модели и методы оптимизации выбора инвестиционного портфеля / В. И. Дубровин, О. И. Юськив // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2008. – № 1 (19). – С. 49-60.
Рассмотрены основные составляющие оптимального портфеля (ожидаемая доходность портфеля и стандартное отклонение как мера риска), позволяющие агенту финансового рынка непрерывно реструктурировать портфель (максимизируя полезность промежуточного потребления и (или) конечного капитала) в соответствии со стохастически меняющимися инвестиционными возможностями. Проанализированы методы оптимизации (метод Марковица и Шарпа), а также рассмотрена роль функции полезности в формировании инвестиционного портфеля.
583. Душинова Е. В. Простой метод оценки потокосцеплений асинхронного двигателя / Е. В. Душинова, В. И. Левыкина, Е. В. Васильева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2008. – № 1 (19). – С. 143-148.
Разработан новый алгоритм для оценки потокосцеплений, соответствующих им синхронных скоростей и модулей, работоспособный при всех частотах. Предложенный интегратор двухфазных сигналов прост в вычислительном отношении и обеспечивает высокую точность оценки указанных переменных.
584. Зайцев С. А. Операционная система для встраиваемых устройств / С. А. Зайцев, С. К. Корниенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2008. – № 1 (19). – С. 122-126.
Проведен анализ рынка современных операционных систем для встраиваемых устройств. Разработано ядро многозадачной операционной системы, предназначенной для управления встраиваемым устройством. Описаны основные принципы функционирования встраиваемой операционной системы и предложены модели разработки встраиваемых приложений и драйверов.
585. Казурова А. Е. Обеспечение заданного соотношения показателей качества электротехнической системы с неполным измерением вектора состояния / А. Е. Казурова, Н. В. Ивочка // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2008. – № 1 (19). – С. 138-143.
Рассматривается управление упругой электромеханической системой, особенностью которой является наличие упругости и значительного нелинейного трения как на объекте управления, так и на двигателе. В качестве измерений выступают ток якорной цепи двигателя, скорость ротора двигателя и угол поворота и скорость объекта управления. Для этой системы синтезирован оптимальный по быстродействию робастный комбинированный регулятор с наблюдателем неопределенностей и их компенсацией. Компьютерное моделирование подтвердило задаваемые динамические характеристики синтезированной системы управления.

586. Карпуков Л. М. Метод расчета микроволновых ступенчатых фильтров на соизмерных участках линий / Л. М. Карпуков, Р. Ю. Корольков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 13-16.
- Предложен матричный метод расчета ступенчатых микроволновых фильтров. Метод основан на использовании матриц специального вида, составляемых из полиномов комплексной частоты, соответствующих знаменателю и числителю параметров рассеяния фильтра. Представлены результаты расчета фильтров с максимальноплоской и равноволновой характеристиками затухания.*
587. Киприч Т. В. Программная реализация методики самоорганизующихся карт Кохонена для диагностирования состояний процессов и систем / Т. В. Киприч, В. И. Дубровин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 98-103.
- Для анализа состояний процессов и систем рассматриваются возможности программных средств, реализующих методику самоорганизующихся карт Кохонена. Разработанное программное обеспечение «Control & Diagnostics System» ориентировано на диагностирование внештатных и ошибочных ситуаций, возникающих в ходе работы оборудования. На его основе проведено исследование процесса газодинамической неустойчивости турбокомпрессора по данным стендовых испытаниях газотурбинного двигателя.*
588. Крапивной А. В. Об уточнении одной оценки скалярного волнового поля рассеянного импедансной сферой / А. В. Крапивной, В. П. Чумаченко, Я. В. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 5-8.
- На примере рассеяния плоской скалярной волны импедансной сферой исследуются возможности совершенствования нового метода, близкого к методу физической оптики и учитывающего (в исходном варианте) кривизну граничной поверхности в плоскости падения волны. Показано, что возможный в рамках этого подхода учет кривизны в плоскости перпендикулярной плоскости падения улучшает оценку рассеянного поля, однако, это улучшение не столь существенно, как в случае перехода от физической оптики к исходному варианту метода с учетом кривизны только в одной плоскости.*
589. Крисан Ю. А. Исследование электронного ключа с гальванической развязкой / Ю. А. Крисан, А. А. Крисан // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 16-20.
- Предложен электронный ключ, используемый как быстродействующий пороговый элемент с гальванической развязкой – электронное реле для контроля состояния приборов в полупроводниковых преобразователях, который удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к устройствам контроля.*
590. Крищук В. М. Розпаралелення генетичного алгоритму параметричного синтезу антенної ґратки на комп'ютерній мережі / В. М. Крищук, Г. М. Шило, Б. А. Артющенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 20-23.
- Для підвищення ефективності генетичного алгоритму (ГА) параметричного синтезу антенних решіток при заданих допусках запропоновано метод розпаралелення. Запропонований метод розроблено для роботи на комп'ютерній мережі та базується на паралельній моделі островів. Було досліджено вплив асинхронного, синхронного та адаптивного режимів роботи і обрано асинхронний режим.*

591. Кунгурцев А. Б. Имитационная модель для исследования эффективности денормализации реляционной базы данных в информационной системе / А. Б. Кунгурцев, С. Л. Зиноватная // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 60-69.
Рекомендуется выполнять денормализацию схемы отношений после тщательного тестирования производительности информационной системы. Предложена имитационная модель для тестирования поведения системы в условиях применения различных вариантов денормализации. На основе модели реализован программный инструмент, позволяющий исследовать базы данных, созданные с использованием различных систем управления базами данных.
592. Лобов В. Й. Розробка принципів керування температурним режимом процесу випалювання котунів з використанням прогнозуючих ANFIS-моделей / В. Й. Лобов, С. А. Рубан // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 69-74.
Запропоновано принцип керування температурним режимом процесу випалювання котунів на конвеєрній машині з використанням прогнозуючої ANFIS-моделі.
593. Мороз В. І. Аналіз раціонального порядку апроксимаційного полінома для відновлення інформації за її дискретними відліками / В. І. Мороз // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 74-78.
З використанням частотних характеристик виконано дослідження раціонального порядку апроксимаційного полінома для відтворення сигналу за його дискретними відліками.
594. Неласая А. В. Протоколы коллективной цифровой подписи на эллиптических и гиперэллиптических кривых / А. В. Неласая, Г. Л. Козина, Н. А. Молдовян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 127-133.
В статье представлены новые протоколы коллективной цифровой подписи на эллиптических и гиперэллиптических кривых. Вычислительные схемы проиллюстрированы примерами.
595. Нестеренко Б. Б. Моделювання дискретних кліткових нейронних мереж / Б. Б. Нестеренко, М. А. Новотарський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 103-107.
В роботі дано обґрунтування перспективності застосування дискретних кліткових нейронних мереж для розв'язування крайових задач математичної фізики локально-асинхронними методами. Коротко описано основні елементи АПРО-мереж та запропонована дискретна кліткова мережа, яка представлена у вигляді дворівневої АПРО-мережі. Розглянуто базові принципи функціонування даної мережі, що визначають характер еволюції послідовних кроків. Описана методика формування реального робочого навантаження та основні підходи до навчання.
596. Новосельцев И. В. Применение многопроцессорных систем для реализации многослойного персептрона / И. В. Новосельцев, Н. Г. Аксак // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 108-111.
В данной работе предложена модель реализации МП на многопроцессорной системе при ограниченном количестве процессоров. В качестве топологии вычислительной системы предложена организация процессоров в виде звезды. Данный подход позволяет значительно снизить время обучения НС, и дает возможность получения максимального ускорения, ограниченного числом имеющихся процессоров.

597. Овский А. Г. Использование систем комп'ютерной математики Maple для доказательства закона ортогональности матриц прямого и обратного преобразований, составленных В. З. Власовым / А. Г. Овский, В. А. Толок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2008. – № 1 (19). – С. 78-85.
Авторы анализируют полученное В. З. Власовым общее операторное решение трехмерных уравнений теории упругости, проверяют его основные свойства в системе программирования Maple. В разработанной программе доказывается закон ортогональности матриц прямого и обратного преобразований, составленных из полученных операторов. В работе используется упрощающая символическая запись в виде трансцендентных операционных формул, которая позволяет применять ЭВМ для построения математических моделей задач теории упругости.
598. Пиза Д. М. Сегментация ультразвуковых медицинских изображений на основе метода нечеткой кластеризации / Д. М. Пиза, А. А. Степаненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2008. – № 1 (19). – С. 24-27.
Рассмотрен новый подход к повышению эффективности процедуры визуального анализа ультразвуковых медицинских эхо-импульсных изображений. Представлены результаты экспериментальной проверки информационных возможностей метода.
599. Прохорец И. М. Математические модели для анализа статистических характеристик многоэлементных полупроводниковых детекторов / И. М. Прохорец // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2008. – № 1 (19). – С. 27-32.
На основании теории направленных графов рассмотрены математические модели стрип-детектора для измерения межстриповых сопротивлений на постоянном токе. Приведены примеры расчета совместных линейных уравнений для электрических цепей, используемых для измерения межстриповых сопротивлений.
600. Решевская Е. С. Моделирование напряженно- деформированного состояния трехмерных конструкций на основе метода конечных элементов с интерполирующим полиномом ЭРМИТА / Е. С. Решевская, С. Н. Гребенюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2008. – № 1 (19). – С. 85-91.
Описана методика построения конечного элемента на основе интерполяционного полинома Эрмита, реализованная в подсистеме «КОЭРМА» программного комплекса «МІРЕЛА+», предназначенного для решения задач теории упругости методом конечных элементов. Для проверки достоверности результатов представлен тестовый пример в качестве нагружаемой плиты, закрепленной по контуру.
601. Самойлик С. С. Добротность прямоугольного резонатора с переменным числом диэлектрических неоднородностей / С. С. Самойлик, В. П. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2008. – № 1 (19). – С. 32-37.
Расчет параметров прямоугольного резонатора со сложной формой диэлектрического заполнения решается методом интегральных уравнений макроскопической электродинамики. Проведенный численный анализ позволил вычислить добротности прямоугольного резонатора, для различных $N \times M \times P$ типов колебаний в зависимости от параметров сложного диэлектрического заполнения.

602. Слепцов В. И. Правовая подготовка кадров в области информационной безопасности / В. И. Слепцов, Л. М. Карпуков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 133-137.

Рассматриваются некоторые вопросы правовой подготовки специалистов по направлениям, входящим в отрасль знаний «Информационная безопасность», с учетом специфики их будущей профессиональной деятельности, учебных задач, законодательства Украины и опыта работы кафедры защиты информации Запорожского национального технического университета.

603. Соломаха А. В. Формирование системы векторного управления асинхронным приводом с компенсацией неопределенностей / А. В. Соломаха // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 148-153.

Разработана система прямого векторного управления асинхронным приводом с компенсацией неопределенностей, работоспособная при всех скоростях ротора (включая нулевую). Численное моделирование подтвердило работоспособность предложенной системы.

604. Субботін С. О. Структурний синтез нейромодулей на основі полімодального еволюційного пошуку / С. О. Субботін, А. О. Олійник // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 111-117.

Досліджено проблему структурного синтезу нейромережних моделей. Розроблено метод полімодального еволюційного пошуку з кластеризацією хромосом, що дозволяє одержати різні структури нейромереж, підвищуючи ймовірність знаходження моделі, адекватної розв'язуваній задачі. Проведено експерименти по синтезі моделей залежності стану здоров'я населення від забруднення навколишнього середовища.

605. Шило Г. М. Призначення нормальних допусків методом відображень / Г. М. Шило, Д. А. Коваленко, М. П. Гапоненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 37-41.

Розглядаються особливості формування допускових областей при нормальному законі розподілу параметрів та дії зовнішніх чинників. Розроблено алгоритм призначення номінальних допусків з урахуванням змін параметрів елементів при зовнішніх впливах. Проведені обчислення допусків на параметри елементів смугового фільтру.

606. Юрич М. Ю. Архитектура интеллектуальной системы нейроуправления летательным объектом с эволюционным прогнозом предпочтительного поведения / М. Ю. Юрич, А. Н. Щербаков, А. Ф. Камышанов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2008. – № 1 (19). – С. 118-121.

В данной статье рассматривается архитектура интеллектуальной системы управления, основанной на нейронной сети и эволюционных алгоритмах для прогноза и выбора предпочтительного поведения летательных аппаратов. Сложная технология прикладного программирования, особенно в условиях информативной неопределенности, заменяется относительно простой технологией обучения нейроконтроллера правильно реагировать на изменения параметров на входе системы управления.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2009

№ 1

607. Авраменко В. П. Проектирование информационной системы формирования портфеля заказов с учетом рыночного спроса / В. П. Авраменко, А. И. Горбач // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 45-50.

Рассмотрена процедура комплексного оценивания параметров маркетинга и проецирование значений характеристик объекта на значение соответствующих шкал (описано применение различных шкал в зависимости от характера решаемых задач). Приведены методы решения задач целочисленного линейного программирования с использованием двоичных переменных, рассмотрена постановка задачи о рюкзаке и о формировании портфеля.

608. Адаптация системы SAP r/3 для решения задач пользователя / А. Г. Кобыляцкий, А. В. Пархоменко, И. А. Галушко, П. А. Новосела, О. В. Рыбакова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 124-128.

В статье описывается концепция построения интегрированной информационной системы на основе SAP ERP (SAP R/3)- Приводятся основные результаты разработки программного модуля, реализующего более простой аналог транзакции выгрузки информации в файл, его описание, основные преимущества.

609. Алипов Н. В. Правила выбора стратегий алгоритма поиска точки с характерным признаком в исходном интервале неопределенности / Н. В. Алипов, М. И. Хиль, М. В. Гусятин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 51-58.

Определены соотношения эффективности применения пессимистической и оптимистической стратегии на j-м шаге алгоритма, на основании которых выбирается шаг применения пессимистической стратегии. На конкретных примерах проиллюстрированы характерные случаи выбора стратегий поиска.

610. Анализ возможностей метода общего охвата для высокоточной синхронизации / Ю. А. Коваль, А. А. Костыря, В. В. Обельченко, Е. Ю. Бондарь, Е. А. Иванова, Е. П. Ермолаев, М. В. Милях // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 21-30.

Выполнен анализ возможностей метода общего охвата (МОО) для высокоточной синхронизации стандартов времени и частоты в пределах прямой видимости. Оценена целесообразность использования для измерения сдвига шкал времени и частоты взаимокорреляционной обработки сигналов. Проанализирована возможность использования телевизионных сигналов для реализации МОО.

611. Анализ физических явлений при стыковке одномодовых оптических волокон / И. Ш. Невлюдов, Ю. В. Наталуха, Р. Ю. Аллахверанов, И. С. Хатнюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 15-20.

Предлагается метод анализа возбуждения мод при наличии локальной неоднородности в приемном стыкуемом волокне с учетом характеристического уравнения. Определяются основные компоненты потерь энергии при стыковке одномодовых волокон HE моды и рассчитываются вносимые потери, обусловленные геометрическими факторами и нарушениями модовой структуры.

612. Антропов О. С. Принципы обработки радиофизических изображений на основе алгоритмов неквадратичной регуляризации / О. С. Антропов, О. О. Дробахин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 5-10.
- Рассмотрена задача обработки радиофизических изображений финитных объектов на основе алгоритмов неквадратичной регуляризации с целью подавления аддитивного гауссовского шума и восстановления размытых изображений финитных объектов. Сформулированы основные критерии решения задачи для случая кусочно-постоянных изображений с использованием метода минимума длительности. Эффективность подхода проверяется путем численного моделирования и обработки экспериментальных данных, представленных спутниковыми изображениями земной поверхности и радиофизическими изображениями финитных объектов*
613. Архипов А. Е. Использование прогнозного подхода для непараметрического обнаружения аномальных данных в выборках одновёршинных распределений / А. Е. Архипов, А. И. Арифов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 58-61.
- Предлагается непараметрический подход к выявлению аномальных данных, базирующийся на прогнозном определении границы области достоверных значений. Приведен ряд методов, позволяющий реализовать изложенный подход на практике.*
614. Архипова О. О. Дослідження кореляційного методу оцінки ефективності маскування мовного сигналу / О. О. Архипова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 62-66.
- В статті розглянутий кореляційний метод оцінки ефективності адитивного маскування мовного сигналу. Проведено експериментальні дослідження параметра ефективності маскування методом кореляційної обробки спектральної щільності потужності маскуючого й тестового сигналів для української мови. Оцінена адекватність методу обробки.*
615. Бабков В. С. Модифікація ієрархічного методу RBF для отримання 3d-моделей за результатами лазерного сканування / В. С. Бабков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 66-73.
- У роботі розглядається задача побудови поверхні у просторі 3D на основі даних тривимірного лазерного сканування. Викладено сутність модифікованого алгоритму, який базується на методі ієрархічної RBF, але адаптований до тривимірного простору і має покращенні часові характеристики. Ефективність методу підтверджено експериментально.*
616. Бодянский Е. В. Кластеризация массивов текстовых документов на основе адаптивной нечеткой самоорганизующейся нейронной сети / Е. В. Бодянский, В. В. Волкова, А. С. Егоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 113-117.
- Предложена адаптивная нечеткая самоорганизующаяся нейронная сеть, настраиваемая с помощью рекуррентного алгоритма самообучения, являющегося обобщением правила обучения Кохонена, и позволяющая находить в реальном времени не только прототипы (центроиды) формируемых кластеров, но и оценивать уровни принадлежности каждого вновь поступившего образа к конкретному кластеру, что позволяет использовать данную архитектуру для кластеризации текстовых документов в условиях взаимно перекрывающихся классов.*

617. Высокоточное управление скоростью двухмассовой неопределенной электромеханической системы / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова, Е. В. Душинова, Н. В. Ивочка // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 147-154.

Рассматривается указанная в названии статьи упругая система с неопределенными параметрами, подверженная действию неизвестной нагрузки и трению с неизвестной моделью и параметрами. Синтезированы наблюдатели для идентификации неопределенных параметров и переменных. Разработан комбинированный регулятор, обеспечивающий высокую точность управления и заданные показатели качества переходных процессов.

618. Гороховатский В. А. Корреляционные методы распознавания изображений путем голосования систем фрагментов / В. А. Гороховатский, Е. О. Передрий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 74-81.

Приведены результаты исследований по применению голосующих процедур в корреляционных методах распознавания изображений. Изучены способы формирования систем фрагментов, формализована постановка задачи распознавания, проанализировано разнообразие вариантов голосования, путей выбора признаков фрагментов и установления соответствия между ними. Экспериментальные результаты подтверждают эффективность применения подхода.

619. Гостев В. И. Проектирование нечеткого регулятора при выходных разъединенных треугольных функциях принадлежности / В. И. Гостев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 145-147.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при выходных разъединенных треугольных функциях принадлежности и изложены вопросы проектирования нечеткого регулятора.

620. Гребенник И. В. Оценки минимума выпуклых функций на классах комбинаторных множеств перестановок / И. В. Гребенник, А. В. Баранов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 81-87.

Исследуются задачи оптимизации выпуклых функций на комбинаторных множествах. Строятся оценки минимума выпуклых функций для классов комбинаторных множеств перестановок, при наличии или отсутствии линейных ограничений на переменные. Построение оценок включает в себя дополнительную процедуру оптимизации. Приводятся примеры, анализируются результаты вычислительных экспериментов.

621. Гусятин В. М. Принципы обработки радиофизических изображений на основе алгоритмов неквадратичной регуляризации / В. М. Гусятин, Я. В. Чаговец, Д. Г. Кожушко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 1 (20). – С. 10-15.

Предложен метод фильтрации текстур для синтеза изображений методом обратного трассирования. Суть метода заключается в выполнении фильтрации в плоскости текстуры. Предложены функции аппроксимации реальной проекции фильтра на плоскость текстуры.

622. Долгов В. И. Метод вычисления матрицы Хассе-Витта гиперэллиптических рывых специального вида / В. И. Долгов, А. В. Неласая // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 87-92.
- В статье предложен метод вычисления элементов матрицы Хассе - Витта гиперэллиптических кривых специального вида, основанный на использовании формулы бинома Ньютона.*
623. Заяць В. М. Доцільність встановлення пріоритету первинних ознак при побудові систем розпізнавання та ідентифікації об'єктів і процесів на основі детермінованих та імовірнісних методів / В. М. Заяць // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 92-98.
- Запропоновано підхід до встановлення пріоритетну первинних ознак при побудованій системи розпізнавання користувачів комп'ютера на основі її опису у вигляді дискретної моделі, що рекурентно зв'язує часові затримки при введенні інформації з клавіатури комп'ютера у дискретні відліки часу. Доцільність розроблених під-ходів проілюстровано при реалізації автоматизованої процедури ідентифікації користувачів комп'ютера на основі детермінованого та імовірнісного методів.*
624. Иванов Д. Е. Генетический подход проверки эквивалентности последовательностных схем / Д. Е. Иванов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 118-123.
- При проектировании современных цифровых схем перед разработчиком часто возникает задача верификации эквивалентности двух схем, что связано с применением различных оптимизационных процедур. В данной статье предлагается алгоритм решения данной задачи, основанный на генетическом программировании. Приведены результаты экспериментов на схемах ISCAS-89, показывающие эффективность предложенного подхода.*
625. Корольков И. В. Особенности реализации системы параллельного моделирования маршрутизации в больших вычислительных сетях / И. В. Корольков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 98-105.
- Рассмотрена система параллельного моделирования больших вычислительных сетей. Предложенная архитектура нацелена на моделирование больших сетей за счет параллельного выполнения и эффективного использования памяти. Система использует гибридный метод синхронизации на основе окон и нулевых сообщений и позволяет достичь ускорения выполнения, близкого к линейному. Модульный принцип системы позволяет легко добавлять новые сетевые устройства и протоколы.*
626. Куник Е. Г. Архитектура компьютерного тренажера для обучения операторов АСУ ТП / Е. Г. Куник, А. Н. Коваленко, С. А. Ляшенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 128-131.
- В статье рассмотрен опыт применения различных видов тренажеров для операторов технологических процессов перерабатывающей промышленности. Учен ряд особенностей, которые необходимо учитывать при построении тренажеров для обучения операторов. В качестве примера АСУ ТП, с удачно спланированной архитектурой, предложена система управления metso DNA фирмы Metso Automation.*

627. Піза Д. М. Вплив нелінійних спотворень на ефективність роботи адаптивних просторових та поляризаційних фільтрів / Д. М. Піза, О. П. Залевський, Б. М. Бондарев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 30-35.
Проведено аналіз ефективності роботи просторово-го та поляризаційного фільтра в умовах дії потужних активних шумових завад. Отримані залежності коефіцієнту придушення в просторовому фільтрі від потужності активної завади, що діє, шляхом імітаційного моделювання та в ході натурного експерименту. Запропоновано алгоритм розширення динамічного діапазону РЛС, який засновано на оцінках рівня завади з подальшим адаптивним синхронним керуванням рівня завад на входах просторового фільтра.
628. Потапенко Е. М. Высокоточное управление неопределенными многосвязными объектами: Часть 2. Пример. Управление роботом / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С.132-137.
С помощью метода, разработанного в первой части работы, синтезируется закон управления перемещением неизвестного груза двухзвенным роботом с неточно известными характеристиками исполнительных органов. В качестве измерителей используются только датчики углов поворота звеньев робота. Компьютерное моделирование подтвердило робастность и высокую точность рассматриваемого управления.
629. Симонян С. О. Решение задач линейного быстрогодействия с закрепленными краевыми условиями в области дифференциальных преобразований (общий случай) / С. О. Симонян, А. Г. Аветисян, Д. А. Казарян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 137-134.
Рассматриваются задачи линейного быстрогодействия с закрепленными краевыми условиями и векторным управляющим воздействием (общий случай), для решения которых в качестве основного математического аппарата выступают дифференциальные преобразования Г. Е. Пухова. Показываются достоинства предложенного подхода по сравнению с несколькими известными методами.
630. Синтез микрополосковых полосовых фильтров на связанных линиях с отверстиями в экране / А. Ю. Фарафонов, А. Ю. Воропай, Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 41-44.
На основе микрополосковых структур выполнен синтез полосовых фильтров на связанных линиях с отверстиями в экране. При синтезе топологии использован квазистатический метод расчета и генетический алгоритм поиска оптимальных значений геометрических параметров. Проведено сравнение характеристик синтезированных фильтров с результатами электродинамического моделирования и с характеристиками фильтров без отверстий в экране.
631. Сніжної Г. В. Математична модель витрат на якість виробів електронної техніки / Г. В. Сніжної, В. В. Погосов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 106-107.
Запропонована математична модель оцінки витрат на якість для різних етапів життєвого циклу виробів електронної техніки.

632. Супрун Т. С. Изоморфизм предикатных моделей компараторной идентификации / Т. С. Супрун, С. Ю. Шабанов-Кушнарченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 108-112.

Рассматриваются различные предикатные модели компараторной идентификации. Показано, что идентифицируемый оператор может обладать свойством внутренней нелинейности взаимно однозначного характера. Это означает, что предикатные модели обладают изоморфизмом структуры.

633. Томашевський О. В. Використання статичних методів при сертифікаційних випробуваннях інтегрованих мікросхем / О. В. Томашевський, В. В. Погосов, Г. В. Сніжної // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 38-41.

Проведено аналіз видів випробувань інтегрованих мікросхем та існуючих планів їх контролю. Вибрано показники надійності та плани контролю для включення у програму сертифікаційних випробувань. Запропоновано адекватні процедури статистичної обробки результатів випробувань.

634. Томашевський О. В. Про критерії ефективності управління якістю інтегрованих мікросхем на етапі виробництва / О. В. Томашевський, В. В. Погосов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 1 (20). – С. 35-38.

На етапі виробництва якість інтегрованих мікросхем багато в чому визначається стабільністю технологічних процесів. Для дослідження ефективності виявлення розлагодження технологічних процесів запропоновано використовувати теорію випадкового блукання броунівської частинки. Отримано інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду для оцінки середніх довжин серій вибірок налагодженого чи розлагодженого процесів й імовірності першого виходу траєкторій за нижню межу.

№ 2

635. Авраменко В. П. Система поддержки принятия решений по ликвидации нештатных ситуаций / В. П. Авраменко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 2 (21). – С. 107-111.

Разработаны структура, состав и информационные технологии поддержки принятия решений по ликвидации нештатных и аварийных ситуаций, которые контролируются охранно-пожарной сигнализацией. Приведен пример выбора комплекса аппаратно-программных средств по совокупности локальных критериев, в качестве которых выступают технико-экономические показатели эффективности принятия решений по ликвидации нештатных ситуаций.

636. Алексин С. Г. Восстановление профиля диэлектрической проницаемости слоистых структур с использованием метода Гельфанда-Левитана-Марченко / С. Г. Алексин, С. Г. Лебедев, О. О. Дробахин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2009. – № 2 (21). – С. 5-11.

Рассматриваются такие прикладные вопросы, связанные с использованием метода Гельфанда - Левитана -Марченко, как ускорение итерационной процедуры, способ получения импульсной характеристики, учет неплоского характера зондирующей волны, влияние потерь энергии в образце на результат восстановления профиля.

637. Архипов А. Е. Экспертно-аналитическое оценивание информационных рисков и уровня эффективности системы защиты информации / А. Е. Архипов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 111-115.

Рассматриваются некоторые особенности применения методологии информационных рисков для исследования защищенности информационных систем, в частности, практические подходы к оцениванию количественных показателей, используемых для вычисления информационных рисков, а также показателей защищенности информационных систем и эффективности систем защиты информации.

638. Архипова О. О. Частотний аналіз використання букв української мови / О. О. Архипова, В. М. Журавльов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 53-56.

В статті розглянуті невирішені задачі в галузі дослідження якості каналів мовної комунікації. Проведено частотний аналіз використання букв української мови для текстів загальним обсягом біля 580 тисяч знаків художнього, публіцистичного та технічного спрямування. Вперше отримано гістограму частот використання букв алфавіту для сучасної української мови.

639. Бодянский Е. В. Автоматическая кластеризация текстовых документов на основе генетического алгоритма с искусственным отбором / Е. В. Бодянский, В. В. Волкова, К. В. Коваль // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 91-96.

Предложен новый генетический алгоритм с искусственным отбором, в основе которого лежит синтез обычного эволюционного генетического подхода с идеями последовательного комплекс-метода отыскания экстремума произвольных функций многих переменных. Алгоритм используется для кластеризации больших объемов текстовых документов в режиме последовательной обработки.

640. Буханько А. Н. Применение е-сетей для моделирования алгоритмов управления участком телекоммуникационной сети / А. Н. Буханько, В. М. Безрук, Е. В. Дуравкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 35-40.

В статье разработаны имитационные модели алгоритмов работы управляющего агента для участка сложной телекоммуникационной сети на основе выбранного аппарата Е-сетей.

641. Гостев В. И. Проектирование нечеткого регулятора с выходными сжатыми, зависящими от одного параметра, s-образной и z-образной функциями принадлежности / В. И. Гостев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 141-143.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при выходных разъединенных сжатых, зависящих от одного параметра, S-образной и Z-образной функциях принадлежности и изложены вопросы проектирования нечеткого регулятора.

642. Дробахин О. О. Резонансные свойства микроволновых резонаторов в виде сферического сектора / О. О. Дробахин, П. И. Заболотный, Е. Н. Привалов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 11-16.

Исследовано влияние на резонансные свойства и структуру электромагнитного поля геометрии резонаторов, выполненных в виде сферического сектора и усеченного сферического сектора. Показано, что различие между резонансными частотами колебаний типа $H_{01r} E_{z1}$ и E_{01i}^2 в большей мере определяется углом при вершине сферического сектора. Выявлено, что в усеченных резонаторах для E типов колебаний с уменьшением объема резонатора его резонансная частота уменьшается.

643. Журавлев В. Н. Информационная модель импульсного речеслухового процесса / В. Н. Журавлев, В. С. Кабак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 62-66.

Рассматривается задача, суть которой состоит в раскрытии и анализе импульсного характера психофизиологического информационного управления речеслуховым процессом. Разработан метод анализа связи пространства управляющих параметров центральной нервной системы речевыми исполнительными органами и механизмом снятия энтропии с ламинарного потока воздуха в процессе синтеза речевого сигнала.

644. Зависяк І. В. Модифікована еліптична система координат для задач математичної фізики з симетрією еліптичного циліндра / І. В. Зависяк, Г. П. Головач, М. О. Попов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 16-20.

Представлена оригінальна модифікована еліптична система координат, розглянуто її властивості, наведено корисні співвідношення. Запропоновано застосовувати цю систему координат при розгляді задач математичної і фізики, які мають симетрію еліптичного циліндра, зокрема, задач про знаходження власних хвиль і коливань в хвильводах і резонаторах еліптичного перерізу та продемонстровано приклади її використання.

645. Ибрагимов О. М. Использование частотного радиовысотомера для определения шероховатости земной поверхности корреляционным методом / О. М. Ибрагимов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 41-45.

Рассматривается задача определения среднеквадратической высоты неровностей рельефа земной поверхности с помощью частотного радиовысотомера. Приводятся основные результаты теоретического анализа корреляционной функции принимаемого сигнала, полученной с учетом влияния параметров движения носителя.

646. Коляда М. Г. Имитационное моделирование каналов сетей с очередями пакетов защищенной информации / М. Г. Коляда // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 70-76.

В статье представлен механизм оптимизации каналов сетей с последовательными очередями пакетов защищенной информации на основе имитационного моделирования. Решение задачи представлено на основе вероятности и функция распределения прибывающих защищенных пакетов на один канал.

647. Крищук В. М. Універсальна алгоритмічна мова програмування мікроконтролерів / В. М. Крищук, О. Ю. Малий, О. Ю. Воропай // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 115-120.
Досліджено існуючі методи створення алгоритмічних мов програмування. Розроблено універсальну мову програмування мікроконтролерів, що дозволяє переводити програми з одного мікроконтролера в інший, а також задавати загальний алгоритм програми при роботі з любым видом мікроконтролерів.
648. Лисняк А. А. Применение г-функций для геометрического моделирования объектов сложной формы / А. А. Лисняк, С. И. Гоменюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 76-81.
В статье рассматривается задача построения геометрических моделей инженерных конструкций нестандартной формы. Выполнен обзор основных методов представления геометрических моделей в современных САПР. Описано применения аппарата функций В. Л. Рвачева для формального описания и последующей дискретизации плоских геометрических объектов сложной формы.
649. Литвин В. В. Мультиагентні системи підтримки прийняття рішень, що базуються на прецедентах та використовують адаптивні онтології / В. В. Литвин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 120-126.
Досліджено методи побудови та функціонування мультиагентних систем підтримки прийняття рішень, що базуються на прецедентах та використовують адаптивні онтології, які входять у склад інтелектуальних агентів. Розроблено метрику для визначення відстані між прецедентом та поточною ситуацією на основі адаптивних онтологій.
650. Метод обратного прослеживания для поиска ошибок проектирования в HDL-коде / А. С. Шкиль, Е. Е. Сыревич, Д. Е. Кучеренко, А. Самер // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 86-90.
В данной статье были рассмотрены методы поиска ошибок проектирования в неструктурированном HDL-коде. Разработан метод обратного прослеживания. Проведен эксперимент над HDL-моделью цифрового устройства с использованием данного метода.
651. Морщавка С. В. Информационная технология обработки пропашных культур. Радиометрические аспекты / С. В. Морщавка, Д. М. Пиза, Е. Л. Белоусов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 45-52.
Проведены полигонные экспериментальные исследования спектральных характеристик растений с высокой разрешающей способностью. Произведен выбор приемлемого алгоритма распознавания. Показано, что предложенный метод дискриминационного анализа позволяет реализовать среднюю вероятность правильной классификации более 80 %. Полученные результаты показывают принципиальную возможность реализации интеллектуальных технологий в сельскохозяйственном производстве.
652. Олійник О. О. Оптимізація на основі колективного інтелекту рою часток з керуванням зміною їхньої швидкості / О. О. Олійник, С. О. Субботін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 96-101.
Досліджено метод оптимізації на основі моделювання поведінки рою часток. Розроблено модифікацію дослідженого методу з керуванням зміною швидкості часток. Проведено експерименти зі знаходження глобального оптимуму багатовимірної функції на основі запропонованої модифікації.

653. Оптимизация пути соединения двух точек проводной сети электросвязи при интервальной неопределенности данных / И. В. Гребенник, А. Ю. Хабаров, Ю. А. Гриценко, Д. В. Иванов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 57-61.
Анализируется задача выбора наилучшего соединения двух точек проводной сети электросвязи по множеству критериев в условиях неопределенности. Строится интервальная многокритериальная математическая модель задачи, приводится метод ее решения.
654. Орловский И. А. Управление взаимосвязанным асинхронным электроприводом мостового крана для перемещения моста без взаимодействия реборд колес с рельсами / И. А. Орловский, Ю. С. Бут // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 144-151.
Для многокритериального управления взаимосвязанным многодвигательным электроприводом перемещения мостового крана, позволяющего обеспечить перемещение крана без касания ребордами рельсов, разработана структура регулятора общей обратной связи и получены аналитические выражения для расчета его параметров. Выполнено исследование разработанной системы методом математического моделирования.
655. Побудова методів та моделей для попередження помпажних явищ у газотурбінному двигуні / Т. В. Кіпріч, В. М. Харитонов, В. І. Дубровін, А. В. Притула // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 66-70.
Метою існуючих систем захисту газотурбінного двигуна від зривних процесів є автоматичне відновлення режиму роботи двигуна після усунення помпажу, а не запобігання виникненню газодинамічної нестійкості у турбомашинах. Запропонована модель модуля попередження помпажу ґрунтується на основі вейвлет-аналізу та карт Кохонена SOM. Приводиться порівняльний аналіз результатів виявлення зривних процесів за допомогою даного підходу та спрощених моделей
656. Потапенко Е. М. Компенсация воздействия нелинейного трения на системы управления / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 135-140.
Представлен обзор известных методов компенсации влияния нелинейного трения на системы управления. Предполагается, что измеряются только позиционные сигналы. Предложены редуцированные алгоритмы, оценивающие вектор неопределенности и скорости объекта управления. Осуществляется компенсация влияния вектора неопределенности комбинированным регулятором. Работоспособность алгоритмов управления проиллюстрирована численным моделированием.

657. Романенко І. О. Шляхи організації контролю знань в системах дистанційного навчання / І. О. Романенко, В. Ф. Столбов, В. В. Калачова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 127-130.

Робота присвячена дослідженню проблеми підвищення ефективності процесу навчання в системах дистанційного навчання (СДН) завдяки використанню різних способів та технологій контролю знань при підготовці фахівців за дистанційною формою навчання у вищих навчальних закладах (ВІЗ) України в світі положень Болонського процесу. Проаналізовано існуючі шляхи створення продуктивних СДН та запропоновано новий спосіб контролю знань, що дозволяє адекватно оцінити знання тих, хто здійснює дистанційне навчання (ДН) та скоротити час контролю. Запропоновано концептуальну схему підсистеми контролю знань (ПСКЗ) і алгоритм створення тестів, які дозволяють забезпечити високу достовірність процесу контролю знань в СДН.

658. Скрупский С. Ю. Программные методы кодирования видеопотоков, применяемые в компьютерной графике / С. Ю. Скрупский, К. Н. Касьян // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 130-134.

Выполнено исследование программных методов кодирования видеопотоков с точки зрения результирующего качества, размера, параллелизма и времени кодирования. Представлены результаты экспериментальных исследований популярных видеокодексов, разработан алгоритм выбора метода сжатия видеопотока.

659. Терновой М. Ю. Підхід до представлення інформації в термінах предметної області / М. Ю. Терновой // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 81-86.

Запропоновано підхід до отримання інформації з бази даних та її представлення в термінах предметної області. До складу цього підходу входять метод прив'язки до предметної області та метод побудови запиту до бази даних в термінах предметної області.

660. Удовенко С. Г. Цифровое нейро-нечеткое управление блоками линейного сильнооточного ускорителя электронов / С. Г. Удовенко, А. А. Шамраев, Г. Дибе // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 101-106.

Предложена структура и разработаны методы цифрового управления блоками линейного ускорителя с применением нечетких и нейросетевых моделей. Приведены результаты моделирования, подтверждающие эффективность рассмотренных методов.

661. Чумаченко Я. В. К обоснованию численного решения одной задачи рассеяния волн для нагруженного излома прямоугольного волновода / Я. В. Чумаченко, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2009. – № 2 (21). – С. 32-34.

Рассматривается полученное ранее решение задачи рассеяния волн в Н-плоскостном 90°-изломе прямоугольного волновода, нагруженном диэлектриком. Исследована бесконечная система линейных алгебраических уравнений задачи. Установлена возможность ее решения методом усечения.

662. Pogosov V. V. Feature of magic metal nanoclusters in molecular transistor / V. V. Pogosov, E. V. Vasyutin, A. V. Babich // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2009. – № 2 (21). – С. 20-32.

Effects of the charging and single-electron tunneling in a cluster structure are investigated theoretically. In the framework of the particle-in-a-box model for the spherical and disk-shaped gold clusters, the electron spectrum and the temperature dependence of the electron chemical potential are calculated. Difference between the chemical potentials of massive electrodes and island's one leads to its charging. We show that the effective residual charge is equal to the non-integer value of elementary charge e and depends on the cluster's shape. The equations for the analysis of the current-voltage characteristic are used under restrictions associated with the Coulomb instability of a cluster. For single-electron molecular transistors the nonmonotonic size dependences of current gap and its voltage asymmetry are computed. We suggest that an overheating of electron subsystem leads to the disappearance of a current gap and gradual smoothing of current-voltage curves that is observed experimentally.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2010

№ 1

663. Баркалов А. А. Синтез управляющих автоматов с использованием распределенных и параллельных систем / А. А. Баркалов, И. Я. Зеленева, А. А. Гриценко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2010. – № 1 (22). – С. 128-134.

В данной работе предлагается метод синтеза управляющих автоматов, основанный на использовании параллельных или распределенных систем. Задача синтеза управляющих автоматов в данном случае подразумевает поиск оптимального решения, его верификацию и собственно синтез для заданной элементной базы. Такая трактовка значительно повышает сложность рассматриваемой задачи, однако позволяет получить эффективное решение, что компенсирует затраты на его поиск.

664. Белоус Н. В. Модель адаптивного контроля знаний / Н. В. Белоус, И. В. Куцевич // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2010. – № 1 (22). – С. 39-45.

В статье описывается модель адаптивного контроля знаний и рассматриваются основные стадии процесса контроля знаний. В статье приведена концепция обучения и контроля знаний испытуемого при использовании различных форм тестовых заданий. Предлагается модифицированная система обучения и оценивания знаний для каждой из форм тестовых заданий. Показаны преимущества использования предложенных методов. На основе описанной модели разработана система компьютерного контроля знаний, которая в настоящее время апробируется в Харьковском национальном университете радиоэлектроники для тестирования студентов по различным дисциплинам.

665. Ващенко В. В. О выборе представления поля для базовой треугольной области в задачах моделирования Н-плоскостных волноводных узлов / В. В. Ващенко, В. П. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2010. – № 1 (22). – С. 5-10.

Однородно заполненная треугольная область с волноводными плечами рассматривается в качестве гибкого конструктивного блока, который может использоваться при анализе сложных Н-плоскостных структур методом обобщенных матриц рассеяния. Для треугольных границ предложена специальная форма представления поля, основывающаяся на методе произведения областей и обеспечивающая хорошую сходимость используемых рядов. Приводятся результаты численных экспериментов, которые подтверждают достоверность и эффективность развитого подхода.

666. Высоцкая Е. В. Технология оценивания субъективной информации при определении степени тяжести состояния организма человека методом анализа иерархий / Е. В. Высоцкая, А. И. Довнар, А. П. Порван // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 45-50.

В данной статье авторами рассматривается подход к оцениванию согласованности мнений экспертов при определении степени тяжести состояния организма человека. Для определения степени согласованности мнений экспертов был выбран метод анализа иерархий. Применение данного метода позволило установить связь между заболеваниями человека и степенью тяжести общего состояния его организма и точно описать суждения экспертов.

667. Гостев В. И. Проектирование нечеткого регулятора при идентичных колоколообразных функциях принадлежности / В. И. Гостев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 153-158.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при идентичных колоколообразных функциях принадлежности, изложены вопросы проектирования нечеткого регулятора и предложена практическая схема нечеткого регулятора.

668. Гулин С. П. Характеризация резистивных нелинейных схемных элементов радиотехнических и телекоммуникационных систем на основе концепции управляемого динамического насыщения / С. П. Гулин, А. С. Гулин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 21-27.

На основе концепции управляемого динамического насыщения (КУДН) предложены алгоритмы характеристики резистивных нелинейных схемных элементов (НСЭ). Инкрементальные соотношения «вход – выход» НСЭ представляют собой гипергеометрические ряды Гаусса, полученные с помощью функции динамического насыщения (ФДН). Эти соотношения позволяют унифицировать алгоритм формирования математической модели конвергентной нелинейной инерционной системы (НИС) в терминах функциональных рядов Вольтерры – Гаусса (ФРВГ) и рассчитать спектральные характеристики ее отклика на многочастотное воздействие.

669. Диагностика микросхем памяти в микропроцессорных устройствах / И. Ш. Невлюдов, Б. А. Шостак, О. Н. Бабай, С. В. Юрьева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 87-93.

Рассмотрен новый метод диагностирования работы микросхем памяти, который позволяет проводить диагностику в процессе эксплуатации запоминающих устройств. Приведено описание принципа функционирования аппаратной части, а также описана структура программного обеспечения, позволяющего реализовать разработанный метод диагностики микросхем памяти.

670. Дослідження залежності хвильових опорів мікросмужкових смугопропускаючих фільтрів на зв'язаних лініях з отворами в екрані від товщини смужки мікросмужкової лінії / Н. І. Фурманова, О. С. Антоненко, Е. М. Шинкаренко, О. Ю. Фарафонов, О. Ю. Воропай // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 34-38.

Виконано синтез смугопропускаючих фільтрів (СПФ) на зв'язаних мікросмужкових лініях різної товщини з отворами в екрані. Проаналізовано вплив товщини смужки мікросмужкової лінії на хвильові опори СПФ. За результатами розрахунків побудовано номограму, завдяки якій спрощується процес проектування СПФ на мікросмужкових лініях з отворами в екрані. Представлена номограма наочно показує залежність хвильових опорів фільтра з отвором в екрануючому шарі від товщини смужки.

671. Дубровин В. И. Поддержка принятия решений в управлении строительными проектами / В. И. Дубровин, Т. А. Колпакова, А. В. Козлов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 134-141.

Рассмотрена проблема принятия решений в управлении строительными проектами; проведен анализ существующего программного обеспечения для управления проектами и поддержки принятия решений; обоснована необходимость разработки специализированной СППР для использования в управлении строительными проектами. Поставлены требования к функционированию и реализации СППР для использования в управлении строительными проектами.

672. Дубровін В. І. Оцінювання ризиків інвестиційного портфеля / В. І. Дубровін, В. М. Льовкін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 51-55.

Проаналізовано підходи до оптимізації інвестиційного портфеля, які використовуються в моделях Марковіца, Шарпа, методології Value-at-Risk, нечіткому підході на основі теорії можливостей. Детально розглянуто використовані в них способи оцінки ризику (на основі середньоквадратичного, семіквадратичного та медіанного семіквадратичного відхилення, критичних значень дохідності) та визначено основні недоліки та переваги підходів. Розроблено рекомендації щодо вибору методів оптимізації (і відповідно оцінки ризиків) інвестиційного портфеля в тих чи інших умовах.

673. Евсеев С. П. Построение моделей атак на внутриплатежные банковские системы / С. П. Евсеев, О. Г. Король, А. И. Гончарова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 56-66.

Анализируются угрозы информационных данных во внутриплатежных банковских системах (ВПБС). Разрабатываются модель реализации угроз информационных данных в ВПБС, математические модели пассивной и активной атак, исследуются основные направления защиты в ВПБС.

674. Зиновкин В. В. Критерии оптимального управления многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона / В. В. Зиновкин, Э. М. Кулинич // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 158-163.

Предложена структурно-алгоритмическая схема управления технологическим процессом приготовления газобетона. Управление осуществляется путем использования оптимизационных критериев градиентным методом по совокупности управляющих, контролирующих сигналов и исполнительных механизмов. Приведены результаты моделирования многопараметрической системы управления и испытаний в условиях работы установки на промпредприятии.

675. Калекина Т. Г. Обоснование критерия структурно-информационной связности при анализе надежности телекоммуникационных систем и сетей / Т. Г. Калекина, Т. Н. Коваленко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 66-70.

В работе предложены комплексные показатели надежности телекоммуникационных систем и сетей, учитывающие одновременно как структурные, так и функциональные характеристики сети. Предложенные показатели позволяют оценить не только потенциальную надежность телекоммуникационной сети – верхнюю границу структурной надежности, но и надежность сети с учетом ограниченной пропускной способности каналов.

676. Карпуков Л. М. Метод синтеза микроволновых полосно-пропускающих фильтров с короткозамкнутыми четвертьволновыми шлейфами / Л. М. Карпуков, Р. Ю. Корольков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 27-31.
- Введена функція фільтрації для полосно-пропускаючих фільтрів з симетричною структурою, складеною з четвертьхвильових відрізків ліній і короткозамкнутих шлейфів. Розроблено метод отримання по функції фільтрації поліноміальних залежностей для чисельників і знаменателя параметрів розсіяння фільтра. Предложено спосіб знаходження хвильових опорних імпедансів звеньїв фільтра по його параметрам розсіяння. Приведено приклад розрахунку фільтра по методу, що реалізує запропоновані співвідношення.*
677. Киричек Г. Г. Керування інформаційними потоками на всіх рівнях ієрархії отримання знань / Г. Г. Киричек // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 70-78.
- Система навчання представлена у вигляді багаторівневої конструкції взаємодіючих між собою та із зовнішнім середовищем елементів. Розроблено модель розподіленої системи керування інформаційними потоками на всіх рівнях ієрархії отримання знань з її подальшою реалізацією в інформаційній системі.*
678. Кудерметов Р. К. Задача оптимизации для иерархических систем на основе сервис-ориентированной архитектуры / Р. К. Кудерметов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 82-87.
- Сформулирована задача оптимизации для системы, которая имеет иерархическую многоуровневую структуру и построена с использованием сервис-ориентированной архитектуры. Определены целевые функции каждого из уровней такой системы и показано, что эта система имеет межуровневую функцию качества. Рассмотрены свойства межуровневой функции качества при условии, что система обладает свойством монотонности.*
679. Купін А. І. Структура прототипу та обґрунтування впровадження інтелектуальної системи керування процесом збагачення залізної руди / А. І. Купін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 116-120.
- Наведено структурну схему прототипу інтелектуальної системи керування секцією магнітного збагачення залізної руди. На основі результатів промислових випробувань зроблено оцінку економічної ефективності впровадження подібної системи в умовах збагачувального виробництва.*
680. Логачева Л. М. Дифракция волны n_{10} в прямоугольном волноводе на скачке импеданса узких стенок / Л. М. Логачева, С. В. Куцак, В. П. Бондарев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 10-15
- На основе проекционного метода дается строгое решение задачи дифракции основной волны H_{10} на стыке регулярного и нерегулярного (узкие стенки образованы вторичными волноводами) прямоугольных волноводов. На основе численных результатов приводятся и анализируются зависимости дифракционных характеристик системы от ее параметров.*
681. Моделирование и оптимизация весоизмерительной системы для непрерывного дозирования сыпучих материалов / Н. Д. Кошевой, Е. Е. Калашников, Е. М. Костенко, Г. А. Черепашук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 78-82.
- В статье с использованием оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента получены математические модели весоизмерительной системы. Определены оптимальные режимы ее работы.*

682. Петрищев А. А. Измерение выходного сопротивления источников сигналов / А. А. Петрищев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 32-34.
Уточнена методика измерений выходного сопротивления источников сигналов для диапазона частот до 10 МГц.
683. Рибін О. І. Властивості перетворення RTF / О. І. Рибін, С. С. Наталенко, Ю. Х. Ніжебецька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 93-97.
Проводиться порівняння точності дискретних перетворень RTF (Root domain Transfer Function) та Фур'є при використанні операцій диференціювання та інтегрування. Відмічена доцільність використання немінимальних різницевоїх формул диференціювання при застосуванні перетворення RTF.
684. Романюк В. В. Принцип визначення оптимальних стратегій першого гравця в одному підкласі нестрого опуклих антагоністичних ігор / В. В. Романюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 97-102.
На прикладі двох нестрого опуклих антагоністичних ігор, де другий гравець має єдину оптимальну чисту стратегію, доведено, що існує підклас нестрого опуклих антагоністичних ігор, у якому за відомим методом не можуть бути визначені оптимальні імовірності вибору істотних чистих стратегій першого гравця. Показано, що для їх визначення достатньо скористатись концепцією сідлової точки у відомому принципі оптимальності з використанням відповідної правої нерівності.
685. Рязанцев О. І. Система автоматизації керування технологічним процесом аерозольного нанокаталізу у віброзрідженому шарі / О. І. Рязанцев, В. С. Кардашук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 164-172.
Пропонується структура системи автоматизації керування технологічним процесом аерозольного нанокаталізу у віброзрідженому шарі для використання в системах екологічної безпеки знешкодження продуктів хлорорганічного синтезу з використанням сучасних програмно-технічних засобів. Описується функціональна і структурна організація системи, програмна реалізація, результати експериментальних досліджень програмної моделі.
686. Самойлик С. С. Энергетические характеристики проходного резонатора на прямоугольных волноводах с частичным диэлектрическим заполнением / С. С. Самойлик, В. П. Бондарев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 15-20.
Расчет параметров проходного прямоугольного резонатора с частичным диэлектрическим заполнением при сильной связи выполнен методом частичных пересекающихся областей с использованием интегральных уравнений макроскопической электродинамики. Этот метод позволяет учитывать как параметры каждого из диэлектриков, такие как диэлектрическая проницаемость и тангенс угла потерь вещества, из которого изготовлена неоднородность, так и его геометрическую форму и место расположения в резонаторе. Проведенный численный анализ позволил вычислить мощности, поглощенные неоднородностями, амплитуды прошедшей через структуру и отраженной волн в зависимости от параметров сложного диэлектрического заполнения.
687. Скрупский С. Ю. Автоматизация подготовки рабочих станций в локальных вычислительных сетях / С. Ю. Скрупский, А. Г. Маркин, Л. С. Скрупская // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 141-144.
Проанализированы методы подготовки рабочих станций в локальных вычислительных сетях. Получены значения затрат времени для разных методов, сформулирован наиболее эффективный метод.

688. Субботин С. А. Метод синтеза нейро-нечетких моделей количественных зависимостей для решения задач диагностики и прогнозирования / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 121-127.
- С целью автоматизации построения численных моделей количественных зависимостей в работе решена актуальная задача построения нейро-нечетких аппроксиматоров. Предложены метод синтеза и модель нейро-нечеткой сети, позволяющие строить нейро-нечеткие регрессионные модели аппроксимируемой зависимости, обладающие способностями к обобщению и субъективному оцениванию достоверности результата.*
689. Шаховська Н. Б. Формалізація простору даних за допомогою алгебраїчної системи / Н. Б. Шаховська // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 102-108.
- Проаналізовано проблеми опрацювання розрізнених даних. Побудовано формальну модель простору даних та уведено операції над ним.*
690. Юрич М. Ю. Анализ систем управления заданиями в рамках GRID / М. Ю. Юрич // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 144-152.
- В данной статье проводится анализ наиболее распространенных и действующих на данный момент систем управления пакетной обработкой заданий (СУПО). Приведено множество ссылок на Интернет-ресурсы, по которым можно найти более подробную информацию о той или иной СУПО. В результате проведенного анализа построена сводная таблица, отображающая сравнительную характеристику рассмотренных СУПО, а также их взаимосвязь с распространенным на данный момент внешним планировщиком заданий Maui. Также определено место СУПО в составе программного обеспечения grid-систем и при использовании на локальном уровне.*
691. Bodyanskiy Y. Analog-digital self-learning fuzzy spiking neural network and its learning algorithm based on 'winner-takes-more' rule / Y. Bodyanskiy, A. Dolotov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 1 (22). – С. 109-116.
- Analog-digital architecture of self-learning fuzzy spiking neural network is proposed in this paper. Spiking neuron synapse and some are treated in terms of classical automatic control theory. Conventional unsupervised learning algorithm of spiking neural network is improved by applying 'Winner-Takes-More' rule.*

№ 2

692. Авраменко В. П. Принятие управленческих решений в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации / В. П. Авраменко, В. Ф. Ткаченко, Л. Б. Серeda // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 101-106.
- Исследованы интеллектуальные вычислительные процедуры принятия управленческих решений в условиях неопределенности и нечетко заданной исходной информации. Разработаны гибкие математические модели и регуляризованные процедуры принятия многокритериальных эффективных управленческих решений.*
693. Агеев Д. В. Моделирование информационных потоков в мультисервисной сети NGN при решении задач параметрического синтеза / Д. В. Агеев, А. Н. Копылев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 48-52.
- В данной статье предлагаются математические модели информационных потоков и методы определения их характеристик на различных участках мультисервисной сети NGN с целью их использования при проектировании телекоммуникационных сетей.*

694. Артюшенко Б. А. Визначення впливу відхилень параметрів антени на характеристики діаграми напрямленості методом паралельного аналізу граней / Б. А. Артюшенко, М. Б. Ільяшенко, А. І. Головатий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 16-20.
Запропоновано новий метод паралельного аналізу впливу допусків для вібраторних антен аналіз граней. Метод базується на властивостях антени: невеликій величині відхилень, їх взаємозалежності, монотонності залежності характеристик діаграми напрямленості від параметрів в межах допускової області. Розроблений метод аналізу граней базується на методі бісекцій, але обчислює значення вихідних функцій лише на вершинах допускової області. З метою зменшення часу обчислень розроблено процедуру розпаралелення.
695. Асеев Г. Г. Методы интеллектуальной предобработки данных в электронных хранилищах / Г. Г. Асеев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 106-111.
Представлен один из возможных формализмов задачи предобработки входных сигналов для сигмоидных обучающихся нейронных сетей на основании минимизации критерия Липшица.
696. Бодянский Е. В. Сглаживание помех на цветных изображениях с помощью нейро-фаззи фильтра / Е. В. Бодянский, Н. Е. Кулишова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 111-116.
Рассмотрена проблема подавления помех на цветных цифровых изображениях. Для решения предложен нейро-фаззи фильтр, который обеспечивает высокое качество фильтрации с сохранением контуров, текстур и плавных тоновых переходов.
697. Бойченко О. В. Координація нечітких рішень в багаторівневій ієрархічній системі / О. В. Бойченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 57-61.
Проаналізовано методологічні засади керування складними багаторівневими інформаційними системами в умовах швидкої зміни порядку їх застосування. Запропоновано застосування комплексного системного підходу щодо координації прикладного (сеансового) та базового рівнів складних розгалужених інформаційних систем для оптимізації їхнього функціонування в умовах можливості виникнення нечітких рішень.
698. Брагина Т. И. Сравнительный анализ итеративных моделей разработки программного обеспечения / Т. И. Брагина, Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 130-139.
В статье выполнен обзор моделей разработки программных проектов, их жизненного цикла, достоинств и недостатков. Проведен анализ наиболее распространенных моделей: Rational Unified Process, Microsoft Solutions Framework, Personal Software Process / Team Software Process и Agile (eXtreme Programming, Crystal, Feature Driven Development). Сделаны выводы относительно факторов, влияющих на выбор модели, и предложены рекомендации по выбору соответствующей модели программного обеспечения в зависимости от характеристик проекта.

699. Вейвлет-анализ кратковременных импульсов в сигналах с датчиков частоты вращения ротора ГТД / В. И. Дубровин, Ю. С. Афонин, Т. В. Манило, В. Н. Харитонов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 142-148.

В статье рассмотрена проблема обнаружения кратковременных импульсов в сигналах с датчиков частоты вращения ротора ГТД, которые возникают в момент аварийного рассоединения трансмиссии. Приведена классификация данных импульсов. Анализ каждого вида импульса выполнен с использованием вейвлет-преобразования, как наиболее подходящего для выявления локальных особенностей характеристик сигнала. Рассмотрены перспективные задачи в данном направлении.

700. Высочина О. С. Анализ систем мониторинга телекоммуникационных сетей / О. С. Высочина, С. И. Шматков, А. М. Салман // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 139-142.

Рассматриваются наиболее известные системы мониторинга телекоммуникационной сети, представлен их сравнительный анализ, сформулированы общие требования и синтезирована общая архитектура подобных систем. Предлагаемые решения не способны прогнозировать состояние телекоммуникационной сети. Поэтому в такие системы необходимо включать дополнительные модули обработки статистической информации.

701. Гостев В. И. Проектирование нечеткого регулятора с универсальными идентичными входными и выходными функциями принадлежности / В. И. Гостев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 166-169.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при универсальных функциях принадлежности и изложены вопросы проектирования нечеткого регулятора.

702. Дубинская Н. Г. Структурная диагностическая модель компьютерной сети / Н. Г. Дубинская // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 61-65.

Усовершенствован структурный метод поиска явных адресуемых неисправностей компьютерной сети, который отличается от известных сочетанием структур данных условного и безусловного методов поиска дефектов.

703. Жавжаров Є. Л. Вплив атомарного водню на структури метал-напівпровідник. адгезія тонких металевих плівок / Є. Л. Жавжаров, В. М. Матюшин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 32-36.

Досліджено вплив атомарного водню на зміну властивостей тонкоплівкових структур SiSi. Структури на основі тонких (20–500 нм) плівок міді піддавалися дії атомарного водню при 1419–3 концентраціях 10–10 м. Показано, що при такій взаємодії відбувається низькотемпературне відновлення оксиду міді, підвищуються адгезія та когезія плівок міді до підкладки Si.

704. Зайцев С. А. Методы и модели автоматической классификации объектов по признакам на основе иммунокомпьютинга / С. А. Зайцев, С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 117-124.

Проведен анализ основных моделей искусственных иммунных систем. Экспериментально оценена работа различных видов детекторов применительно к решению задачи автоматической классификации сельскохозяйственных растений по результатам дистанционного зондирования. Предложен метод классификации растений на основе моделей иммунокомпьютинга, позволяющий проводить обучение на экземплярах только одного класса и обеспечивающий необходимый уровень точности распознавания.

705. Концепция управляемого динамического насыщения при моделировании многочастотных установившихся режимов микроэлектронных компонентов, структур и устройств / С. П. Гулин, А. С. Гулин, В. П. Дмитренко, Д. М. Пиза // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 20-32.
- На основе математического аппарата функциональных рядов Вольтерры – Гаусса (ФРВГ) и функций динамического насыщения (ФДН) предложена концепция управляемого динамического насыщения, реализующая обобщенный подход при исследовании и моделировании микроэлектронных нелинейных инерционных цепей и систем (НИЦС) в условиях многочастотного полиамплитудного воздействия. На ряде примеров состоятельность предложенной концепции подтверждена как с математической, так и с физической точки зрения.*
706. Корниенко С. К. Автоматизированная логистическая система / С. К. Корниенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 148-153.
- Рассмотрены основные понятия информационной логистики. Проведен анализ информационных потоков торгового предприятия и основных требований, предъявляемых к логистическим системам. Предложена архитектура и описаны функции разработанной логистической информационной системы.*
707. Кривуля Г. Ф. Анализ списка соединений в системах логического синтеза / Г. Ф. Кривуля, Е. Е. Сыревич, А. Л. Карасев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 65-67.
- Рассмотрена проблема анализа результатов логического синтеза для их последующего анализа на соответствие правилам синтеза. Предложена табличная модель, состоящая из получаемого после фазы распространения словаря атрибутов. Определены этапы поиска по заданным параметрам при использовании разработанной модели.*
708. Матюшин В. М. Вплив атомарного водню на структури метал-напівпровідник. вольт-амперні характеристики / В. М. Матюшин, Є. Л. Жавжаров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 37-42.
- Представлено результати експериментального дослідження дії атомарного водню на гетероструктури на основі Si та Ge. Показано, що обробка супроводжується змінами ВАХ. Домінуючими процесами є хемосорбція водню на поверхні, модифікація гетеромежі та дифузія атомів півки у приповерхневі шари напівпровідника.*
709. Неласая А. В. Оценка эффективности использования библиотек длинной арифметики в криптографических приложениях / А. В. Неласая, М. И. Верещак // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 67-73.
- В статье проводится анализ эффективности целочисленных операций в современных библиотеках длинной арифметики. Выбрана программно-аппаратная платформа, допускающая выполнение параллельных алгоритмов, для построения эффективных процедур определения параметров криптографических систем.*
710. Овский А. Г. Инструментальная система решения двумерных и трехмерных задач теории упругости на базе MAPLE / А. Г. Овский, В. А. Толок // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2010. – № 2 (23). – С. 74-82.
- В статье приведено описание инструментальной системы решения двумерных и трехмерных задач теории упругости. Вычислительное ядро системы составляет Maple. Произведена формализация основных алгоритмов с целью нахождения операций программирования указанных задач. В качестве примеров работы с системой приведены решения конкретных задач.*

711. Олійник А. О. Мультиагентний метод з опосередкованим зв'язком між агентами / А. О. Олійник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 82-89.

Досліджено метод оптимізації на основі мультиагентного підходу. Розроблено мультиагентний метод з опосередкованим зв'язком між агентами, що передбачає виконання додаткових етапів відбору, схрещування та мутації. Проведено експерименти по розв'язанню задач оптимізації багатовимірних нелінійних функцій, що дозволило дослідити ефективність запропонованого методу.

712. Проектирование ребристых теплоотводов минимальной массы / Г. Н. Шило, Е. В. Огренич, А. В. Филобок, Н. П. Гапоненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 42-47.

Сформированы модели элементов конструкций теплоотводов в виде тепловых линий с нагрузкой на конце. Рассмотрены режимы работы тепловых линий. Для теплоотводов минимальной массы получены соотношения, связывающие размеры элементов конструкций с параметрами границ области работоспособности. Анализируется зависимость массы теплоотводов от количества ребер.

713. Прокопенко О. В. Взаємна фазова синхронізація двох нанорозмірних магнітних структур з урахуванням запізнення сигналу / О. В. Прокопенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 11-15.

Розглянуто можливість взаємної фазової синхронізації двох взаємодіючих нанорозмірних магнітних структур (НМС) з урахуванням часового запізнення сигналу. Показано, що залежність ширини смуги синхронізації НМС від відстані між ними має нелінійний, осцилюючий характер. Визначено оптимальне значення відстані між НМС, що може бути використано для створення масивів синхронізованих НМС.

714. Таланин В. И. Компьютерное моделирование образования первичных ростовых микродефектов в бездислокационных монокристаллах кремния / В. И. Таланин, И. Е. Таланин, М. Ю. Семикина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 89-93.

Представлена математическая модель и компьютерная программа расчета для процесса образования первичных ростовых микродефектов в бездислокационном монокристалле кремния на основе диссоциативного процесса диффузии.

715. Халимов Г. З. Оценка числа решений уравнения Гурвица в конечном поле / Г. З. Халимов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 124-129.

Представлены результаты по оценкам числа решений уравнения Гурвица в конечном поле и практический алгоритм нахождения решений.

716. Чуб И. А. Определение направления спуска в линеаризованной задаче размещения неориентированных геометрических объектов / И. А. Чуб, М. В. Новожилова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 94-100.

Проведено исследование оптимизационной задачи размещения многоугольных неориентированных объектов в полосе, рассматриваемой в линеаризованной постановке. Выделены дополнительные свойства области допустимых решений, предложена схема метода поиска локального минимума функции цели. Рассмотрена схема определения направления движения по границе компоненты связности линеаризованной области допустимых решений.

717. Шкарупило В. В. Исследование с помощью статистических программ целесообразности внедрения стандарта 10g-ethernet в кластерах вузов / В. В. Шкарупило, К. Н. Касьян, А. Г. Маркин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 153-156.

Предложена математическая модель комплексной оценки получаемого эффекта от перевода кластеров ВУЗов на стандарт 10G-Ethernet, основанная на данных квартальных отчетов, предоставляемых аналитической компанией IDG. Приведены результаты проверки модели, которые свидетельствуют об обоснованности перехода на новый стандарт в 2010 году.

718. Юр Т. В. Исследование фильтрующих свойств вейвлет-преобразования / Т. В. Юр, В. И. Дубровин, В. Н. Харитонов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – С. 157-165.

В работе исследованы фильтрующие свойства непрерывного вейвлет-преобразования. Приведен метод уменьшения влияния краевых эффектов на результаты вейвлет-анализа. Выполнено обоснование выбора типа вейвлета для анализа нестационарных сигналов. Предложен метод построения банка вейвлетных фильтров с необходимыми анализирующими свойствами. Разработанный метод применен к задаче диагностирования подшипников качения по вибрационному сигналу.

719. Barkalov A. A. Extension of microinstruction format in compositional microprogram control unit with elementarization of operational linear chains / A. A. Barkalov, I. Y. Zelenyova, A. N. Miroshkin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – Р. 53-57.

The modification of synthesis method of compositional microprogram control units is directed to decrease of hardware amount in scheme of control unit in FPGA basis. Reduction of complexity of block of microinstruction addressing is reached due to of field with pseudo equivalent operational linear chain class code. Conditions of proposed method usage possibility are given. The example of method implementation is shown.

720. Vashchenko V. V. Scattering matrix of a jump of medium parameters in a rectangular waveguide / V. V. Vashchenko, V. P. Chumachenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2010. – № 2 (23). – Р. 7-11.

For a rectangular waveguide, a generalized scattering matrix of a jump of medium parameters has been obtained under condition that the field has one variation along the direction perpendicular to E-plane. The configuration is considered as a model of a plane interface in the theory of piecewise homogeneous E-plane structures.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2011

№ 1

721. Автоматизированное управление проектом внедрения программной системы / А. А. Поздняков, А. В. Пархоменко, Н. И. Тамрас, Е. В. Чижик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 123-129.

В статье приведены результаты интеграции современных программных продуктов с целью эффективного управления проектом внедрения системы SAP ERP.

722. Гостев В. И. Проектирование нечеткого регулятора при идентичных гауссовых функциях принадлежности / В. И. Гостев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 139-144.

Получены аналитические выражения для управляющих воздействий на выходе нечеткого регулятора при идентичных гауссовых функциях принадлежности, изложены вопросы проектирования нечеткого регулятора и предложена практическая схема нечеткого регулятора.

723. Дубровин В. И. Усовершенствование методов анализа ЭКГ-сигналов на основе вейвлет-преобразования в системе электрокардиографии высокого разрешения / В. И. Дубровин, Ю. В. Твердохлеб // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 91-98.

Предложен метод анализа ЭКГ-сигналов на основе вейвлет-преобразования в системе электрокардиографии высокого разрешения. Данный метод позволяет обнаружить девять важных координат точек кардиосигнала: начало, пик и смещение Р-зубца, QRS-комплекса и Т-зубца во всех отведениях ЭКГ-сигнала. Предлагаемый подход увеличивает точность обнаружения Р и Т зубцов. Обоснован оптимальный способ фильтрации ЭКГ-сигнала от шумов.

724. Евланов М. В. Разработка информационной технологии мониторинга бизнес-процессов предприятия / М. В. Евланов, И. В. Терещенко, С. В. Штангей // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 111-118.

Статья посвящена разработке информационной технологии мониторинга бизнес-процессов предприятия, позволяющей автоматизировать процессы формирования представлений данного бизнес-процесса. Разработана структурная схема этой технологии и рассмотрено назначение основных ее элементов. Представлена методика настройки предложенной информационной технологии в зависимости от особенностей конкретного бизнес-процесса.

725. Єфіменко А. А. Вибір оптимальних конструкцій міжблочних електричних з'єднань для електронних засобів / А. А. Єфіменко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 15-23.

Запропоновано моделі та алгоритми вибору конструкцій електричних з'єднань за критеріями вартості і трудомісткості, показниками якості та ефективності, які дозволяють оптимізувати процес розробки електронних засобів.

726. Исследование механизмов неустойчивости характеристик МДП-структур / А. А. Никонова, О. Ю. Небеснюк, С. Л. Шмалый, З. А. Никонова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 7-9.

В статье приведены результаты исследования влияния термополевой обработки на характеристики МДП-структур.

727. Коломыцев М. В. Уязвимости приложений к некорректным входным данным / М. В. Коломыцев, С. А. Носок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 35-39.

В данной статье рассматриваются различного рода уязвимости, присущие приложениям без достаточного контроля входных данных. Приводятся характерные признаки таких уязвимостей и даются рекомендации по их устранению.

728. Колпакова Т. А. Определение компетентности экспертов при принятии групповых решений / Т. А. Колпакова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 40-43.
Рассматривается проблема учета компетентности экспертов при принятии групповых решений. Предложен метод расчета коэффициента доверия к мнению эксперта при проведении опроса с помощью метода анализа иерархий.
729. Колчигин Б. В. Адаптивная нейро-фаззи сеть Кохонена / Б. В. Колчигин, В. В. Волкова, Е. В. Бодянский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 99-104.
В статье предложен рекуррентный алгоритм обучения составной кластеризирующей нейро-фаззи сети Кохонена, являющейся обобщением WTA и WTM принципов обучения и алгоритмов Кашияна – Блейдона и Цыпкина, а также объединяющий в себе возможностный и вероятностный подходы к кластеризации.
730. Кудин В. Ф. Субоптимальное нелинейное управление по критерию быстродействия на основе метода Беллмана - Ляпунова / В. Ф. Кудин, С. П. Колесниченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 144-149.
Рассматривается общетеоретическая задача синтеза субоптимального нелинейного управления на примере двухмассовой электромеханической системы управления крановым механизмом передвижения с учетом гашения колебаний транспортного груза. Задача решается на базе метода Беллмана – Ляпунова с использованием концепции «инвариантного погружения» по критерию быстродействия. Проведено исследование динамики замкнутой системы с синтезированным субоптимальным регулятором.
731. Льовкін В. М. Прогнозування фактичних результатів проекту на стадії передпроектного планування / В. М. Льовкін, В. І. Дубровін, В. Ф. Оніщенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 44-51.
Розглянуто проблему прогнозування відхилення фактичних результатів проекту від запланованих на стадії передпроектного планування. Досліджено ефективність застосування моделей на основі нейронних мереж. Запропоновано використання нейро-еволюційного підходу для розв'язання проблеми та значення PDR і ризику неуспішності проекту як інформативних ознак. Запропоновано критерій інформативності результатів. Представлено метод прогнозування відхилення фактичних результатів проекту від запланованих на стадії передпроектного планування.
732. Мультипроцессор для анализа информационного пространства / В. И. Хаханов, С. В. Чумаченко, Е. И. Литвинова, О. А. Гузь // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 129-138.
Предлагается инфраструктура быстродействующего мультипроцессора параллельного анализа информации, представленной в виде аналитических, графовых и табличных форм ассоциативных отношений, для поиска, распознавания и принятия решений в n-мерном векторнодискретном пространстве. Рассматриваются векторно-логические процесс-модели актуальных прикладных задач, качество решения которых оценивается введенной интегральной неарифметической метрикой взаимодействия булевых векторов.
733. Неласа Г. В. Огляд та порівняння схем цифрових мультипідписів / Г. В. Неласа, І. С. Дозоренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 52-56.
Розглянуто декілька відомих схем цифрових мультипідписів із груповою перевіркою чинності, які використовують лише одну замість кількох перевірок, та недоліки цих схем. Властивості схем порівняно за кількома критеріями.

734. Овсяк О. В. Модель розширеної нотації текстового опису формул алгоритмів / О. В. Овсяк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 86-90.

З метою запису у пам'ять комп'ютера графічно-текстових формул алгоритмів, які утворені функційними унітермами з впорядкованими змінними і параметрами, створено розширену xml-подібну нотацію опису формул алгоритмів. Модель розширеної нотації описана засобами алгебри алгоритмів з використанням операції секвентування. Наведено приклад використання розширеної нотації для опису формули алгоритму Евкліда.

735. Орловский И. А. Идентификация математической модели в виде полиномиальной рекуррентной нейронной сети и настройка регуляторов электропривода с сериесным двигателем / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 149-157.

Синтезированы математические модели электропривода с сериесным двигателем в виде полиномиальных рекуррентных нейронных сетей (ПРНС) по данным режима его работы. Исследованы способы идентификации параметров привода и зависимости момента сопротивления от скорости двигателя при задании специальных режимов работы и разных видов уравнений, описывающих нелинейности параметров. Выполнена настройка ПИ-регулятора скорости на полученной модели в виде ПРНС.

736. Остренко В. С. Алгоритм визначення параметрів експонент, що апроксимують перехідний тепловий опір охолоджувача / В. С. Остренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 23-29.

Запропоновано алгоритм визначення параметрів експонент, що апроксимують графік залежності перехідного теплового опору охолоджувача в часі. Це дає можливість включити охолоджувач у систему розрахунку температури напівпровідникової структури силових напівпровідникових приладів.

737. Пелешко Д. Д. Суміщення зображень набору на основі використання дисперсії кольору зображень / Д. Д. Пелешко, Н. О. Кустра, З. Я. Шпак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 56-64.

Розроблено швидкий метод суміщення зображень в наборі однотипних зображень на основі розв'язання задачі майже факторизації простору топології зображень з подальшим звуженням цього простору через вирішення задачі пошуку кореляційного максимуму. Задача майже факторизації формулюється через введення напівметрики стосовно дисперсії кольору елементів топології зображення.

738. Потий А. В. Онтологическое моделирование процесса оценивания гарантий в контексте функционально-лингвистического подхода / А. В. Потий, Д. С. Комин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 64-73.

Предлагается функционально-лингвистический подход к оцениванию гарантий безопасности. Приводятся методика и результаты онтологического анализа предметной области оценивания гарантий. Обосновывается актуальность применения аппарата онтологического моделирования для задач оценивания безопасности.

739. Программно-аппаратная библиотека математических функций для систем на ПЛИС / Ю. Е. Зинченко, А. А. Гриценко, И. Я. Зеленева, Г. В. Войтов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 118-123.

В статье предлагается метод создания библиотеки математических функций для систем на ПЛИС (SoPC) и набора необходимых для работы с ней аппаратно-программных средств. Предлагаемая библиотека дает возможность варьировать структуру системы на ПЛИС в соответствии с требованиями пользователя и доступными аппаратными ресурсами.

740. Романюк В. В. Розв'язування нечіткої антагоністичної 2×2 -гри / В. В. Романюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 74-79.

Представлено концепцію розв'язування антагоністичної 2×2 -гри, елементи матриці якої задаються у формі неодиоелементних множин. Показано, що розв'язком такої нечіткої гри може бути спеціальний перетин розв'язків усіх звичайних 2×2 -ігор, елементи матриць яких утворюють ці множини. Для випадків, коли такий перетин виявиться порожнім, пропонується використання нечіткого розв'язку нечіткої 2×2 -гри. За умови неприйнятності подібного розв'язку будується безкоаліційна метагра, розв'язок якої міститиме оптимальні поведінки обох гравців у вихідній нечіткій 2×2 -грі.

741. Рязанцев О. І. Методи та програмно-технічні засоби автоматизації керування процесом аерозольного нанокаталізу / О. І. Рязанцев, В. С. Кардашук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 164-171.

Запропоновано методи керування процесом аерозольного нанокаталізу з використанням сучасних програмно-технічних засобів. Проведено декомпозицію об'єкта керування на підсистеми. Визначено основні задачі автоматизації керування за рахунок підтримки значень змінних – температури, частоти вібрації, амплітуди коливань реактора, компенсації збурень в заданих межах.

742. Субботин С. А. Экспериментальное исследование и анализ взаимосвязей информационных показателей качества диагностических нейромоделей / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 104-110.

Экспериментально исследован комплекс информационных показателей качества диагностических нейромоделей при решении практических задач. Получены качественные зависимости между показателями, учет которых при формировании интегральных показателей качества позволяет существенно упростить вычисления путем исключения дублирующихся показателей.

743. Тимченко В. Л. Синтез структурно переключаемых систем для управления многомерными подвижными объектами / В. Л. Тимченко, Ю. П. Кондратенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 158-163.

В статье рассматривается применение метода структурно переключаемых обратных связей для синтеза управляющих функций в замкнутых системах управления многомерными подвижными объектами. Сформированы принципы построения оптимальной траектории движения объекта и определения моментов переключения управляющих функций в цепях обратных связей, получены значения вектора управления для замкнутых систем различного типа.

744. Тімовський А. К. Функціональне моделювання САР за допомогою програми МАЕС-П / А. К. Тімовський, О. О. // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 1 (24). – С. 30-34.

Показано можливість використання програм аналізу електронних схем для функціонального моделювання систем автоматичного регулювання.

745. Федюкович В. Е. О необходимости дополнительной проверки сертификата схемы ДАА / В. Е. Федюкович // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 79-82.

Выполнен анализ схемы ДАА. Обнаружено, что схема допускает совместные действия Эмитента и Проверяющего с целью получить дополнительную информацию о Пользователе, которые не обнаруживаются Пользователем, следующим протоколу. Предложена дополнительная проверка Пользователем ДАА сертификата, полученного от Эмитента, позволяющая обнаружить такую атаку и прекратить протокол.

746. Халимов Г. З. Оценка параметров кривых Ферма для универсального хеширования / Г. З. Халимов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 82-86.

Получены точные решения для числа точек кривых Ферма, когда порядок поля имеет делители 2, 3 и 6, также оценки числа точек на основе вероятностного подхода. Приводятся асимптотические границы отношения максимального числа точек кривой Ферма в простом поле к ее роду и к границе Хассе – Вейля.

747. Чумаченко Я. В. О бесконечных системах метода произведения областей для задач рассеяния волн в плоскостных узлах с соединительной полостью прямоугольной формы / Я. В. Чумаченко, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 1 (24). – С. 10-14.

Изучаются свойства бесконечных систем линейных уравнений, возникающих при использовании метода произведения областей для определения характеристик рассеяния плоскостных волноводных трансформаторов с нагруженной соединительной полостью прямоугольной формы. На примере задачи о волноводном изломе показано, что в случае однородных условий Неймана на проводящих границах применение этого метода приводит к квазирегулярным системам.

№ 2

748. Агибалов А. П. Транслятор параметров модели конечного автомата из среды MATLAB в приложение человеко-машинного интерфейса / А. П. Агибалов, М. А. Поляков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 34-37.

Предложена технология и средства автоматического переноса параметров модели конечного автомата из приложения Matlab в приложение человеко-машинного интерфейса. Рассмотрен пример применения технологии к модели электрического аппарата.

749. Андрущенко Д. М. Розпаралелювання методів Полларда розв'язання задачі дискретного логарифмування / Д. М. Андрущенко, М. Ю. Варава, Г. В. Неласа // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 37-41.

Проведено аналіз ефективності розпаралелювання p - і λ -методів Полларда при вирішенні задачі дискретного логарифмування. Наводиться теоретична оцінка часу виконання завдання на паралельній системі. Проведено порівняння результатів практичних і теоретичних розрахунків. Зроблені заміри часу виконання розпаралелених методів.

750. Асеев Г. Г. Методы интеллектуального анализа данных в электронных хранилищах: генетические алгоритмы / Г. Г. Асеев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 82-86.

Представлен один из возможных методов интеллектуального анализа данных в электронных хранилищах большого объема – генетические алгоритмы и их модификация.

751. Брагина Т. И. Анализ подходов к управлению рисками в программных проектах с итеративным жизненным циклом / Т. И. Брагина, Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 120-124.

Выполнен обзор основных рисков программных проектов с итерационным жизненным циклом. Предложены рекомендации по управлению выявленными рисками в зависимости от выбранной модели разработки программных проектов. Выделены наиболее критичные риски и проведен их качественный анализ.

752. Бур'ян С. О. Екстремальна електромеханічна система керування паралельно з'єднаними насосами водопостачання / С. О. Бур'ян, Т. В. Гришук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 153-162.

У статті йдеться про застосування екстремального енергоефективного керування для двох паралельно з'єднаних насосів. Один з насосів укомплектований частотно-керованим асинхронним електроприводом. Представлено опис алгоритму екстремального керування, його математична модель та структурна схема системи.

753. Гонтарь Н. А. Разработка онтологии системного инжиниринга космических систем / Н. А. Гонтарь, Р. К. Кудерметов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 131-137.

В статье обоснована необходимость создания онтологии системного инжиниринга (СИ). Онтология СИ вместе с переходом к модели-ориентированному СИ повысит эффективность разработки сложных систем. Предложен прототип онтологической модели, основанный на дескриптивной логике и формализованный с помощью языка OWL DL.

754. Дьячук Т. С. Оценка характеристик распределенной системы / Т. С. Дьячук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 124-131.

Выполнен обобщенный анализ распределенной системы с точки зрения систем массового обслуживания. Определены характеристики, которые могут быть исследованы с помощью систем массового обслуживания.

755. Зайцев С. А. Построение диагностических моделей на основе парадигмы отрицательного отбора с использованием принципа маскирования детекторов / С. А. Зайцев, С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 65-70.

Получили дальнейшее развитие модель отрицательного отбора с использованием маскированных детекторов и метод ее обучения. Исследовались различные критерии останова для метода обучения модели. Разработан критерий останова, позволяющий выполнить своевременный останов процесса обучения, и таким образом ускорить данный процесс, а также сократить использование вычислительных ресурсов.

756. Исследование параметров трафика участка сети GSM при воздействии локальных перегрузок / И. Н. Сметанин, А. Г. Ложковский, Д. М. Пиза, О. В. Вербанов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 23-30.
- В данной статье обосновывается необходимость проведения исследований параметров нагрузки для участков сотовой сети связи стандарта GSM, которые подвергаются локальным перегрузкам, приводятся результаты проведенных статистических измерений, и, на основе анализа полученных данных, сделаны выводы об отличии характера потока нагрузки, создаваемого различными видами соединений.*
757. Кошевой Н. Д. Разработка алгоритмов моделирования работы датчиков расхода топлива и взаимодействия с топливной магистралью / Н. Д. Кошевой, А. Г. Михайлов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 54-59.
- В статье рассмотрены принципы построения алгоритмов моделирования работы датчиков расхода топлива. Представлены динамические модели функционирования систем измерения параметров энергоносителей.*
758. Кротких С. С. Исследование вызванных потенциалов в ЭЭГ человека с помощью дискретного вейвлет-преобразования / С. С. Кротких, Л. О. Кириченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 86-93.
- В работе с помощью дискретного вейвлет-преобразования проведен анализ изменения частотной структуры электроэнцефалограммы с вызванными потенциалами после воздействия стимула. Реализован метод определения времени реакции на стимул, основанный на оценивании вейвлет-энтропии и относительной вейвлет-энтропии сегментов энцефалограммы.*
759. Кулик А. С. Концепция обеспечения живучести спутниковых систем управления ориентацией и стабилизацией / А. С. Кулик, О. О. Лученко, С. Н. Фирсов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 41-47.
- Сформулированы основные положения обеспечения живучести спутниковых систем ориентации и стабилизации, базирующиеся на принципе самоорганизации посредством глубокого диагностирования аварийного функционального состояния и гибкого восстановления работоспособности объекта.*
760. Литвин В. В. Моделирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений с использованием онтологического подхода / В. В. Литвин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 93-101.
- Досліджено функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, ядром баз знань яких є онтології. Розглядаються інтелектуальні агенти чотирьох типів. Для кожного типу розроблено метрику, яку використовують для визначення релевантності пропонованих системою рішень.*
761. Миронова Н. А. Интеграция модификаций метода анализа иерархии для систем поддержки принятия групповых решений / Н. А. Миронова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 47-54.
- Проведена систематизация существующих модификаций классического метода анализа иерархий. Выполнена формализация обобщенного подхода анализа иерархий для задач принятия групповых решений.*

762. Морщавка С. В. Вплив видів нормування на якість розпізнання рослинних об'єктів / С. В. Морщавка, Є. О. Шама, Д. М. Піза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 30-33.

Розглянуто вплив різних видів нормування на якість розпізнання за результатами дистанційного зондування.

763. Обґрунтування необхідності переходу до мікропотужних твердотільних інтегральних схем з оптоелектронними компонентами для цифрових автоматів та обчислювальних пристроїв / М. П. Проскурін, В. Л. Костенко, О. В. Щекотихін, С. С. Грушко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 14-23.

Розглянуто проблеми передачі даних в металевих напрямних середовищах для систем обробки інформації, керування об'єктами та в цифрових інтегральних схемах. Проведено порівняльний аналіз типів схем електронної логіки та напрямних середовищ. Обґрунтовано можливість використання мікропотужних оптоелектронних елементів для створення оптоелектронної логіки та інтегральних схем на їх основі.

764. Пинчук В. П. Объектно-ориентированный подход для построения моделей сложных систем / В. П. Пинчук, Е. А. Подковаляхина // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 76-81.

Предложена методика построения динамической модели системы с локализованными свойствами на основе объектно-ориентированного подхода. Рассмотрен пример системы автоматического регулирования температуры рабочего тела с пропорционально-интегрально-дифференциальным законом регулирования, приведена методика построения классов и функций, составляющих программную реализацию модели, обсуждаются возможности предлагаемой методики.

765. Пищукина О. А. Подход к формированию обратной связи в интеллектуальных обучающих системах в сфере высшего технического образования / О. А. Пищукина, А. Ю. Клочок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 107-110.

Предложен подход к формированию обратной связи процесса обучения с использованием интеллектуальных компьютерных систем, особенностью которого является поэтапный контроль процесса обучения, определение места возникновения ошибок, в отдельных случаях – распознавание причин их возникновения и формирование рекомендаций по их устранению.

766. Поверхностные волны на границах раздела метасред. Моделирование эффектов сверхразрешения / С. Н. Романенко, Л. М. Карпуков, В. А. Борисенко, А. С. Львов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 7-13.

Теоретически обосновано появление поверхностных волн (плазмонов), возникающих на границе раздела метасреды и обычного вещества. Представлены результаты численного моделирования эффектов сверхразрешения при использовании плоских линз из метаматериала.

767. Скрупский С. Ю. Параметры компрессии видеоинформации в распределенных системах / С. Ю. Скрупский, Н. В. Луценко, Л. С. Скрупская // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 137-142.

Проанализированы основные параметры компрессии видеоинформации в распределенных системах. Экспериментально исследовано влияние этих параметров на коэффициент сжатия, уровень искажения и время сжатия видеоинформации в распределенной системе.

768. Сметанин Р. И. Подход к распределению параллельных ветвей задания в вычислительной системе / Р. И. Сметанин, М. Ю. Тягунова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 143-147.

Рассмотрена проблема распределения заданий в вычислительной системе для случая, когда длительность выполнения параллельных ветвей задания, которые необходимо распределить, различна. Для повышения эффективности распределения разработан метод. Показано, что предложенный метод является эффективным, поскольку, используя его, время выполнения заданий заметно сокращается.

769. Сравнительный анализ цифровых ПД-стабилизаторов подвижных объектов с низкочастотными фильтрами баттеруорта и ланцоша / Т. Е. Александрова, В. А. Кононенко, А. А. Лазаренко, А. Зейн // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 148-152.

Рассматривается проблема построения цифровых ПД-стабилизаторов подвижных объектов с зашумленными высокочастотными помехами входными сигналами. Проведен сравнительный анализ стабилизаторов с фильтрами Баттеруорта и Ланцоша различных порядков.

770. Степаненко О. О. Программный комплекс для аналізу й обробки ехо-імпульсних зображень / О. О. Степаненко, Д. М. Піза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 110-115.

На основі аналізу методів обробки ехо-імпульсних зображень було виявлено недоліки існуючих підходів і запропоновано два нових методи. Розроблені методи і програмна система, що базується на них, дозволяють підвищити ефективність візуального аналізу медичних та сейсмічних ультразвукових зображень.

771. Уменьшение площади матричной схемы устройства управления с разделением кодов / А. А. Баркалов, И. Я. Зеленева, С. А. Цололо, Х. Биайрак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 101-107.

В статье предложена модель композиционного микропрограммного устройства управления с разделением кодов, ориентированная на реализацию логической схемы устройства в базе заказных матриц. В модели используется представление адреса вершины алгоритма управления в виде конкатенации кодов ОЛЦ и кода компоненты ОЛЦ. Этот подход позволяет уменьшить число входов и выходов схемы формирования функций возбуждения.

772. Чопоров С. В. Построение неравномерных дискретных сеток для функциональных математических моделей на базе теории R-функций / С. В. Чопоров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 70-75.

В работе рассмотрена проблема математического моделирования геометрических объектов на базе теории R-функций. Предложен подход к построению неравномерных сеток шестигранных элементов.

773. Шафроненко А. Ю. Адаптивная кластеризация данных с пропущенными значениями / А. Ю. Шафроненко, В. В. Волкова, Е. В. Бодянский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – № 2 (25). – С. 115-119.

Предложена адаптивная нейросетевая система, позволяющая решать задачу кластеризации данных с пропущенными значениями в on-line режиме с постоянной коррекцией восстанавливаемых элементов таблицы и центроидов кластеров. Введенная нейросистема характеризуется высоким быстродействием и простотой численной реализации.

774. Юр Т. В. Модель диагностирования узлов газотурбинных двигателей с применением вейвлет-преобразования и s-дискриминанта / Т. В. Юр, В. Н. Харитонов, В. И. Дубровин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2011. – № 2 (25). – С. 60-64.

В работе предложена модель диагностирования узлов газотурбинного двигателя с применением метода спектрального анализа вибрационных сигналов на основе непрерывного вейвлет-анализа и S-дискриминанта. Разработанная модель может быть использована при проектировании перспективных систем управления силовых установок современных летательных аппаратов для анализа особенностей нестационарных сигналов и диагностирования состояний деталей и узлов ГТД.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2012

№ 1

775. Александрова Т. Е. Параметрический синтез оптимальных робастных стабилизаторов подвижных объектов / Т. Е. Александрова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 141-143.

Рассматривается проблема синтеза оптимального по точности стабилизатора подвижного объекта с учетом требования робастности замкнутой системы стабилизации к изменениям конструктивного параметра объекта.

776. Баркалов А. А. Оптимизация схемы автомата Мура, реализуемой в базисе ПЛИС / А. А. Баркалов, Р. В. Мальчева, К. А. Солдатов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 44-47.

В статье предлагается метод, предназначенный для уменьшения числа входных переменных и промежуточных термов в реализуемых системах булевых функций. Предложенный метод основан на расширении кодов состояний перехода и замене логических условий. Применение предложенного метода позволяет до 20 % уменьшить общее число макроячеек в блоках БЛУ и БФП.

777. Бушер В. В. Оптимальные астатические системы с дробными интегрально-дифференцирующими регуляторами / В. В. Бушер // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 148-151.

Исследованы замкнутые системы с дробным порядком астатизма от 0,5 до 2. Найдены соотношения параметров дробных пропорционально-интегрирующих и интегрально-дифференцирующих регуляторов, обеспечивающих оптимальные динамические и статические характеристики систем. Предложены методы расчета сигналов дробных регуляторов для применения в микропроцессорных системах управления.

778. Вершина О. І. Модель системи інформаційної підтримки навчання / О. І. Вершина, Г. Г. Киричек // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 107-111.

Досліджено різноманітні варіанти впливу взаємозалежних дисциплін на процес отримання знань з метою подальшого використання отриманих показників в системі інформаційної підтримки навчання.

779. Высочина О. С. Моделирование производственных процессов на промышленном предприятии при помощи системы имитационного моделирования ARENA / О. С. Высочина, В. Н. Данич, В. П. Пархоменко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 82-85.

В статье представлена имитационная модель производственного процесса промышленного предприятия по производству автомобильных клапанов. Приведено описание процесса построения модели и полученных результатов моделирования.

780. Гостев В. И. Проектирование трехрежимного нечеткого регулятора для систем активного управления очередью в TCP/IP сетях / В. И. Гостев // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 19-27.

Изложены вопросы проектирования трехрежимного нечеткого регулятора при идентичных треугольных функциях принадлежности с тремя термами для систем активного управления очередью в TCP/IP сетях и представлена принципиальная схема регулятора в системе MATLAB.

781. Гофман Є. О. Скорочення баз лінгвістичних правил на основі дерев розв'язків / Є. О. Гофман, А. О. Олійник, С. О. Субботін // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 27-31.

Розглянуто завдання індукції лінгвістичних правил. Розроблено метод ідентифікації дерев розв'язків для індукції лінгвістичних правил. Створено програмне забезпечення на основі запропонованого методу. Проведено експерименти по розв'язанню практичних задач, що дозволило дослідити ефективність запропонованого методу.

782. Дейнеко А. О. Комбіноване навчання еволюційної нейро-фаззі системи / А. О. Дейнеко, І. П. Плісс, Є. В. Бодяньський // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 86-92.

Запропоновано архітектуру еволюційної нейро-фаззі системи, що не схильна до прокльону розмірності, здатна обробляти інформацію в режимі реального часу, адаптуючи при цьому свої параметри і структуру до умов задачі. У якості активізаційних функцій було використано ядерні функції.

783. Ильяшенко М. Б. Решение задачи поиска изоморфизма графов для проектирования специализированных вычислителей / М. Б. Ильяшенко, А. А. Голдобин // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 31-36.

Предлагается усовершенствованный алгоритм поиска изоморфизма графов и результаты исследования его эффективности. Объектом исследования является множество граф-схем алгоритмов достижения цели, полученная после обхода заданной семантической сети абстрактной машиной Уоррена.

784. Инфраструктура диагностирования программно-аппаратных систем / В. И. Хаханов, С. В. Чумаченко, Е. И. Литвинова, О. А. Гузь // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 134-140.

Представлены инфраструктура и технологии диагностирования, в рамках которого созданы транзакционная граф-модель и метод диагностирования цифровых систем на кристаллах, ориентированные на существенное уменьшение времени поиска дефектов и затрат памяти для хранения матрицы диагностирования путем формирования тернарных отношений в форме тест, монитор, функциональный компонент. Решены задачи: создания модели цифровой системы в виде транзакционного графа и мультидерева таблиц поиска неисправностей, атак же тернарные матрицы активизации функциональных компонентов на тестах относительно выбранного множества мониторов; разработки метода анализа матрицы активизации для поиска дефектов с заданной глубиной и синтеза логических функций для последующей реализации встроенного аппаратного диагностирования дефектов.

785. Исследование особенностей дефектообразования в высоколегированном кремнии при облучении / А. Ю. Никонов, О. Ю. Небеснюк, С. Л. Шмалый, З. А. Никонова // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 1 (26). – С. 11-13.

В статье приведены результаты экспериментального исследования механизмов взаимодействия высокоэнергетического излучения с кремнием.

786. Козырев В. Г. Редуцированное терминальное управление скоростью вращения вала электродвигателя / В. Г. Козырев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 151-156.
- Предложен редуцированный закон терминального управления скоростью вращения вала электродвигателя, использующий усеченное асимптотическое приближение динамики двигателя и существенно упрощающий алгоритм управления. Моделирование динамики вала с предложенным законом управления показало его эффективность.*
787. Кошевой Н. Д. Сравнительный анализ методов оптимизации многоуровневых планов многофакторного эксперимента / Н. Д. Кошевой, Е. А. Сухобрус // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 53-59.
- Предложен метод поиска оптимального или близкого к оптимальному по стоимости реализации многоуровневого плана многофакторного эксперимента. Для автоматизации процесса поиска с использованием предложенного метода разработано программное обеспечение. Проведен сравнительный анализ разработанного программного обеспечения с программой поиска оптимальных многоуровневых комбинаторных планов многофакторного эксперимента, реализующей метод генерации перестановок с минимальным числом транспозиций соседних элементов.*
788. Кулик А. С. Алгоритмическое обеспечение модулей диагностирования и восстановления работоспособности спутниковой системы ориентации и стабилизации / А. С. Кулик, О. А. Лученко, С. Н. Фирсов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 112-122.
- Представлено унифицированное описание процессов в типовых блоках и в спутниковой системе как процесса развития нештатных ситуаций, так и процесса их парирования. Кроме того, предложена четырехуровневая схема параметризации прямых признаков отказов. Изложены модели и средства восстановления работоспособности спутниковых систем.*
789. Кулик А. С. Модели и алгоритмы поиска ошибок при решении задач с использованием компьютерных средств обучения / А. С. Кулик, О. А. Пищухина, А. Ю. Ключок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 59-63.
- Предложен алгоритм диагностирования ошибок в компьютерной обучающей программе решения характеристического уравнения системы управления с использованием численного метода, особенностью которого является формирование продукционной базы знаний поиска ошибок и использование дихотомического дерева в процессе диагностирования.*
790. Левикін В. М. Розробка методу оцінки системних вимог до рішення маркетингових задач для проектування інформаційних систем / В. М. Левикін, О. П. Костенко, О. В. Петріченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 123-129.
- У даній роботі розроблено метод оцінки системних вимог до рішення маркетингових задач для проектування маркетингових інформаційних систем.*

791. Лисицкая И. В. Сравнение по эффективности суперблоков некоторых современных шифров / И. В. Лисицкая // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 1 (26). – С. 37-44.
- Излагается новая методика оценки показателей доказуемой безопасности блочных симметричных шифров. С применением этой методики выполняется анализ дифференциальных свойств суперблоков трех шифров: AES-a, уменьшенной версии шифра Мухомор и шифра MISTY1. Излагается оригинальная методика оценки максимального значения дифференциала уменьшенной модели двухциклового AES суперблока, и уточняется действительное значение этого максимума. Демонстрируется, что стойкость больших шифров и, в частности шифра Rijndael (AES-a) не зависит от дифференциальных показателей S-блоков, используемых в шифрах. Представляется как одно из перспективных решений по построению суперблоков преобразование FI шифра MISTY1, которое примечательно тем, что реализует (за один цикл) дифференциальные свойства случайной подстановки соответствующей степени.*
792. Лозинський А. О. Синтез багатокритеріального оптимального керування зі змінними ваговими коефіцієнтами / А. О. Лозинський, Л. І. Демків // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 1 (26). – С. 144-147.
- Розглянуто динамічні системи з нечітким регулятором Такагі-Сугено. Запропоновано новий підхід до побудови функціонала при багатокритеріальній оптимізації, який, на відміну від традиційного, передбачає зміну вагових множників інтегральних критеріїв якості в часі.*
793. Мельникова Н. І. Моделювання експертних систем призначення лікування / Н. І. Мельникова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 1 (26). – С. 63-70.
- У статті розроблено моделі лікувальної експертної системи, що оптимізують процес призначення лікування та забезпечують підвищення ефективності одужання пацієнтів.*
794. Моделирование телекоммуникационного трафика с использованием стохастических мультифрактальных каскадных процессов / Л. О. Кириченко, К. А. Демерчян, Э. Кайали, А. Ю. Хабачева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 1 (26). – С. 48-53.
- В работе рассматривается моделирование реализаций телекоммуникационного трафика, обладающего мультифрактальными свойствами, на основе математической модели мультипликативного стохастического каскада, весовые коэффициенты которого имеют бета-распределение вероятностей.*
795. Петрова Е. В. Разработка упрощенного алгоритма проектирования микрополосковых ППФ на шпилечных резонаторах с отверстиями в экранирующем слое на основе электродинамического анализа в программе ANSOFT HFSS / Е. В. Петрова, Н. И. Фурманова, А. Ю. Фарафонов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 1 (26). – С. 14-18.
- Проведен анализ микрополосковых полоснопропускающих фильтров (ППФ) на шпилечных резонаторах меандровой формы со щелью в экранирующем слое. Проведены расчеты геометрических параметров ППФ на шпилечных резонаторах на основе фильтров-прототипов нижних частот. Построена модель шпилечного ППФ с отверстиями в экранирующем слое и проведена ее оптимизация. В ходе исследования разработан упрощенный алгоритм проектирования конструкции данного типа фильтров.*

796. Різун Н. О. Мобільна система комп'ютерного тестування як інструмент інтенсифікації навчального процесу ВНЗ / Н. О. Різун, Ю. К. Тараненко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 129-134.
Запропоновано мобільну систему комп'ютерного тестування, яка дозволяє інтенсифікувати навчальний процес завдяки забезпеченню мобільності, економічності та конфіденційності тестового контролю шляхом використання технології короткочасного сеансу бездротового зв'язку з сервером, що розміщений у Internet-мережі та зберігає базу тестових завдань та засоби ідентифікації результатів тестування.
797. Сабо И. И. Моделирование задачи о штампе в двумерной постановке / И. И. Сабо, В. А. Толок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 70-74.
В данной работе строится решение двумерной задачи теории упругости (плоская деформация) о действии штампа на упругую полуплоскость при помощи символического метода Власова В. З. и точного решения гармонического уравнения для полуплоскости. Замена символических функций соответствующими гармоническими функциями позволяет получить точное решение рассматриваемой задачи.
798. Субботин С. А. Конструируемые признаки для автоматической классификации распределенных во времени стационарных сигналов / С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 96-103.
Решена актуальная задача автоматизации сокращения размерности данных для построения диагностических и распознающих моделей на основе стационарных одномерных сигналов, распределенных во времени. Впервые предложен комплекс показателей, характеризующих свойства сигналов, позволяющий существенно сократить описание классифицируемых объектов. Проведены эксперименты по исследованию предложенного комплекса показателей при решении практических задач.
799. Ткаченко Р. О. Нейронечітка система для автоматизованого синтезу математичних моделей оцінювання показника рівня біокомфарту / Р. О. Ткаченко, М. В. Машевська // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 103-106.
Описано процес розроблення математичних моделей за допомогою нейронечіткого моделювання. Розглянуто етапи побудови нечіткої моделі для оцінювання рівня біокомфарту житла.
800. Хомченко А. Н. Дискретный аналог интеграла Пуассона для шара / А. Н. Хомченко, А. П. Мотайло // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 79-82.
В работе решена задача Дирихле для шара с дискретно заданными условиями на границе. В роли вычислительного шаблона использована конструкция из гексаэдра и октаэдра, вписанных в шар. Получен дискретный аналог интегральной формулы Пуассона в виде пропорциональной стратифицированной выборки.
801. Чапланова Е. Б. Операционная спецификация объектно-реляционной модели данных / Е. Б. Чапланова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 75-79.
Статья посвящена разработке общих принципов формирования операционной спецификации объектно-реляционной модели данных. Формально определены основные операции, определен базис операционной спецификации объектно-реляционной модели данных. Предлагается использовать аппарат реляционной алгебры с рекурсивной составляющей для выполнения операций над отношениями, которые содержат вложенные неатомарные атрибуты.

802. Gorbenko V. I. Thermal decomposition of indium phosphide in vacuum and atomic hydrogen environment / V. I. Gorbenko, A. N. Gorban // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 7-10.

The thermal decomposition of indium phosphide has been investigated by Auger-electron spectroscopy and mass-spectroscopy. Scanning electron microscopy has been used for study of indium islands growth on surface of the compound semiconductor. The role of atomic hydrogen in processes of decomposition and growth of metallic islands was determined by comparing with these processes under vacuum.

803. Romanuke V. V. Optimal strategies continuum for projecting the fourmount construction under interval uncertainties with incorrectly pre-evaluated two left and one right endpoints / V. V. Romanuke // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1 (26). – С. 92-96.

There is investigated a two-person game model of optimizing cross-section squares of the four-mount construction, where the model kernel is defined on the six-dimensional hyper parallelepiped as the product of three closed intervals of unit-normed loads and of three closed intervals of unit-normed cross-section squares. For the case of incorrectly pre-evaluated two left and one right endpoints of those interval uncertainties there has been proved that the projector may obtain an optimal strategies continuum. A criterion for singularizing that continuum has been proposed.

№ 2

804. Аноприенко А. Я. Интервальный анализ и его применение при расчетах параметров серверных компьютерных систем / А. Я. Аноприенко, С. В. Иваница, А. Р. Хамза // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 70-74.

Рассмотрены основные свойства интервалов и операций над ними с целью демонстрации преимуществ использования интервальных типов данных в качестве входных и результирующих параметров, а также использование интервального анализа как основного инструментария при реализации комплексных расчетов параметров серверных компьютерных систем. Показаны пути перехода от традиционного представления сетевых параметров к интервальному. Приведена демонстрация применения интервальных вычислительных методов на примере расчета времени отклика системы обработки запросов.

805. Бескоровайный В. В. Модель динамики территориально распределенной сервисной системы / В. В. Бескоровайный, Е. В. Соболева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 74-81.

В качестве математической модели территориально распределенных сервисных систем предлагается адаптированная модель системной динамики производственно-сбытового предприятия. Предложенная модель позволяет получить оценки характеристик динамики функционирования объекта при относительно быстром изменении спроса на обслуживание. Приведены результаты моделирования территориально распределенного сервисного объекта.

806. Бодянський Є. В. Самонавчання фаззі-спайк-нейронна мережа на основі дискретних динамічних ланок другого порядку для нечіткої кластеризації / Є. В. Бодянський, А. І. Долотов, Д. М. Малишева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 134-140.

Розглянуто гібридні нейронні мережі, що засновані на ідеї поєднання спайк-нейронних мереж та принципів нечіткої логіки. У статті запропоновано архітектуру самонавчання фаззі-спайк-нейронної мережі на основі дискретних динамічних ланок другого порядку. Запропоновано опис спайк-нейронної мережі в рамках теорії автоматичного керування. Синапси спайк-нейрона представлені як ланки другого порядку, а сома як система порогового виявлення. Спайк-нейронна мережа, реалізована таким чином, є аналого-цифровою нелінійною динамічною системою, що передає та обробляє інформацію і в часоімпульсній, і в часонеперервній формах.

807. Буханько А. Н. Проектирование устойчивых телекоммуникационных сетей с использованием многокритериальной оптимизации / А. Н. Буханько // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 35-39.

В статье рассматриваются вопросы проектирования устойчивых к внешним воздействиям телекоммуникационных сетей на основе метода многокритериальной оптимизации по Парето. Разработанный метод позволяет находить оптимальные основные и резервные пути в сети с учетом совокупности показателей качества.

808. Вовк О. Б. Формування факторів впливу на поведінку інформаційного продукту / О. Б. Вовк, Н. Б. Шаховська // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 82-88.

У статті введено поняття інформаційного продукту, метаданих інформаційного продукту, ефективності використання інформаційного продукту. Сформований необхідний і достатній перелік факторів впливу на ефективність використання інформаційного продукту. Розроблено шкалу ранжування факторів впливу та створено оціночну шкалу по кожному фактору.

809. Выбор общего источника сигнала для региональной системы синхронизации времени и частоты / Ю. А. Коваль, А. А. Костыря, О. А. Соляник С. Ф. Семенов, С. А. Плехно, Х. Х. Асаад // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 63-69.

Проведен сравнительный анализ сигналов наиболее распространенных наземных радиоисточников с целью их использования в качестве общего источника сигналов при построении местной (региональной) пассивной системы синхронизации времени и частоты. Сделан вывод о перспективности использования сигналов цифрового наземного телевидения.

810. Дифракция волны H_{10} на стыке регулярного и нерегулярного волноводов с диэлектрической пластиной конечной длины / Л. М. Логачева, С. В. Куцак, В. П. Бондарев, Н. Ю. Копылева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 14-19.

На основе проекционного метода дается строгое решение задачи дифракции основной волны H_{10} на стыке регулярного и нерегулярного прямоугольных волноводов с диэлектрической пластиной, расположенной параллельно узким импедансным стенкам. Приводятся и анализируются зависимости дифракционных характеристик стыка волноводов от его параметров.

811. Дмитриева О. А. Генерация операторов перехода для параллельного управления шагом при моделировании линейных динамических систем / О. А. Дмитриева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 88-96.
Предложены параллельные алгоритмы моделирования линейных динамических объектов, основанные на построении операторов перехода. Разработанные алгоритмы базируются на вложенных стадийных схемах и позволяют осуществлять автоматический выбор оптимального размера шага в каждой точке сетки. Параллельная реализация ориентирована на кластерные вычислительные системы типа MIMD.
812. Иванов Ю. А. Алгоритм решения задачи оптимизации для циклических расписаний с прерываниями / Ю. А. Иванов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 97-102.
Рассмотрена задача оптимизации циклической организации вычислительного процесса системы жесткого реального времени. Определены особенности целевой функции. Обоснован выбор целочисленного метода оптимизации задачи построения расписания. Предложен алгоритм решения адаптированным методом ветвей и границ.
813. Исследование температурной зависимости дрейфа ВОГ / Ю. А. Кузнецов, С. В. Олейник, В. Б. Успенский, Н. Е. Хацько // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 152-156.
Рассматривается способ повышения точности измерений волоконно-оптического гироскопа (ВОГ) в условиях нестационарной температуры. Построена математическая модель температурной зависимости дрейфа ВОГ. Приведены результаты анализа экспериментальных данных, моделирования. Делается вывод о высокой эффективности разработанной модели.
814. Коломоец Г. П. Агрегатор численности контингента университета / Г. П. Коломоец, Д. В. Пашков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 146-151.
В статье описана используемая в Классическом частном университете, г. Запорожье программа-агрегатор численности контингента, которая осуществляет выборку информации из различных баз данных и представляет функциональный Web-интерфейс, позволяющий отслеживать изменение численности студентов и слушателей колледжа по различным направлениям/специальностям, курсам и формам обучения.
815. Лисицкая И. В. Дифференциальные свойства блочных симметричных шифров с модульными операциями введения цикловых подключей, отличающихся от XOR / И. В. Лисицкая, А. А. Настенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 102-109.
Рассматриваются дифференциальные свойства блочных симметричных шифров с применением разных модульных операций вычисления парных разностей.
816. Математическое моделирование некоторых крепезных соединений на базе теории R-функций / С. В. Чопоров, С. И. Гоменюк, А. А. Лисняк, Е. В. Панасенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2012. – № 2 (27). – С. 117-122.
В статье рассмотрена проблема математического моделирования сложных геометрических объектов на базе теории R-функций. Предложены новые математические модели наиболее распространенных гаечных и болтовых соединений.

817. Методика исследования способов оптимизации управляющих автоматов в базисе ПЛИС FPGA / А. А. Гриценко, И. Я. Зеленева, С. Ю. Сероштан, Е. Р. Татолов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 141-146.
В статье предложена методика, позволяющая исследовать известные способы оптимизации управляющих автоматов для базиса современных ПЛИС FPGA. Показана структура комплекса программных средств, необходимых для реализации методики, а также представлены результаты ее апробации.
818. Модели встроенного ремонта логических блоков / В. И. Хаханов, А. А. Мурад, Е. И. Литвинова, И. В. Хаханова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 122-129.
Предложены модели комбинационных схем, ориентированные на решение практических задач встроенного восстановления работоспособности компонентов логических устройств. Логическая схема дополняется операционным и управляющим автоматами моделирования цифровых устройств, что увеличивает время обработки и аппаратные затраты для создания оболочки адресуемых элементов. Структуры также можно использовать для аппаратного моделирования функциональностей цифровых проектов на основе использования PLD, что дает возможность существенно повысить быстродействие верификации программных моделей. Предложенное решение задачи встроенного ремонта логических элементов комбинационных схем дает возможность комплексно решать проблему автономного восстановления работоспособности цифровых систем на кристаллах за счет временной и аппаратной избыточности проекта.
819. Огренич Е. В. Проектирование пластинчато-ребристых радиаторов минимальной массы / Е. В. Огренич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 50-52.
Описывается тепловая модель пластинчато-ребристого радиатора. Получены соотношения и предложен алгоритм оптимизации массы радиатора. Проведено сравнение массогабаритных показателей ребристых и пластинчато-ребристых радиаторов.
820. Оценка эффективности пространственно-временной и время-пространственной фильтрации сигналов в когерентно-импульсных РЛС / А. П. Залевский, Д. М. Пиза, И. С. Пресняк, А. С. Сиренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 39-44.
В статье рассмотрены принципы построения систем защиты от комбинированных помех РЛС обзора воздушного пространства 36Д6 и 80К6. Проанализированы алгоритмы работы систем помехозащиты обеих РЛС. Проведена оценка эффективности обеих систем методом моделирования с использованием реальных помеховых сигналов, записанных в полигонных условиях. Показаны преимущества и недостатки систем.
821. Порівняльна оцінка надійності трьох конфігурацій відмовостійкої системи з мажоритарною структурою / Б. А. Мандзій, Б. Ю. Волочій, Л. Д. Озірковський, М. М. Змисний, О. В. Муляк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 44-50.
В статті здійснено порівняння надійності, яку можуть забезпечувати відмовостійкі системи з мажоритарною структурою, а саме: три мажоритарні структури вкладені в мажоритарну структуру, мажоритарна структура з реконфігурацією ядра та мажоритарна структура з фіксованим правилом прийняття рішення. Розробка моделей відмовостійких систем здійснена за допомогою технології аналітичного моделювання з представленням їх у вигляді дискретно-неперервної стохастичної системи.

822. Потапенко Е. М. Оптимальное робастное широкодиапазонное управление скоростью асинхронного двигателя / Е. М. Потапенко, А. А. Шийка // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 2 (27). – С. 156-162.

Синтезированы методы оптимизации широкодиапазонного векторного управления скоростью асинхронного двигателя (АД). Методы позволяют при ограниченном напряжении и (или) токе формировать максимально возможный электромагнитный момент АД. Для случая не достижения указанных ограничений и заданного электромагнитного момента разработаны методы синтеза программных токов, минимизирующих потребляемую мощность. Представлена функциональная схема робастного оптимального управления токами статора и дано описание работы системы.

823. Преобразование формы волновых пучков при падении на брэгговские структуры / М. В. Андреев, В. Ф. Борулько, О. О. Дробахин, Д. В. Сидоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 2 (27). – С. 7-13.

Рассмотрено преобразование формы волновых пучков при падении на периодические и квазипериодические аподизированные брэгговские отражатели. Определены условия появления аномальных (отрицательных) значений сдвига Гооса-Хенхен. Проведено сравнение интегральных (центра масс) и дифференциальных (групповых) оценок смещения пучков. Вычислены угловые зависимости параметров деформации отраженных пучков.

824. Пшеничний О. Ю. Властивості асоціативних залежностей у аналізі даних / О. Ю. Пшеничний // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 2 (27). – С. 109-117.

У статті наведено результати дослідження властивостей асоціативних залежностей та можливостей їх ефективного агрегування. Розроблено метод виявлення асоціативних залежностей широкого класу у великих наборах даних.

825. Романенко С. Н. Взаимодействие плоской электромагнитной волны со слоем метаматериала. Численное моделирование / С. Н. Романенко, В. П. Дмитренко, Р. Д. Пулов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2012. – № 2 (27). – С. 30-34.

Аналитически рассмотрены свойства электрофизических параметров слоя метаматериала (ϵ_r и μ_r) при взаимодействии с нормально падающей на слой плоской электромагнитной волной. Показано, что в режиме полного прохождения толщина слоя кратна целому числу полуволн в материале слоя, а при полном отражении свойства метаматериала сходны со свойствами SRR-структур. Численное моделирование слоя метаматериала, состоящего из спиралей разнонаправленной намотки, показало, что структура обладает магнитной анизотропией и в зависимости от частоты слой может полностью отражать, полностью пропускать или отклонять падающую волну.

826. Романюк В. В. Решение матричной $3 \times N$ -игры для оптимального комбинирования алгоритмов обучения нейронной сети с мерой ошибки идентификации по времени обучения при объеме потребляемых ресурсов / В. В. Романюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 130-133.

Рассматривается произвольная нейронная сеть с тремя взаимозависимыми показателями: мера ошибки идентификации, получаемая после времени обучения по одному из возможных N алгоритмов обучения нейросети, соответствует некоторому объему потребляемых ресурсов. Для условия невозможности указания приоритетности и количественного ранжирования этих показателей предлагается переход к соответствующей $3 \times N$ -игре и ее решению в форме оптимальной стратегии второго игрока, с чьими вероятностями следует комбинировать алгоритмы обучения нейросети. При первоначальной неприемлемости критерия Байеса-Лапласа для выбора оптимального алгоритма применимость этого критерия поддерживается лишь после истечения определенного периода времени функционирования нейросети, когда станет возможным точечное оценивание весов ее показателей.

827. Самойлик С. С. Электромагнитное поле прямоугольного резонатора с кусочно-однородными диэлектрическими включениями / С. С. Самойлик, В. П. Бондарев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 25-29.

В статье рассмотрено развитие метода интегральных уравнений макроскопической электродинамики, позволяющего строго решать электродинамические задачи для резонаторных структур с произвольным числом диэлектрических неоднородностей. Исследованы структуры поля в резонаторе и возможности получения его равномерного распределения при одномодовом и многомодовом режимах работы. Используя метод интегральных уравнений, вычислены комплексные частоты низших типов резонатора с пятью прямоугольными диэлектрическими вставками, представляющими собой кювету, заполненную веществом. Показано, что даже при больших диэлектрических проницаемостях вещества метод имеет быструю сходимость. Предложенное развитие метода позволяет оптимизировать параметры резонатора при решении конкретных практических вопросов. Расчет параметров таких устройств представляет собой сложную электродинамическую задачу, особенно, если учитывать комплексный характер диэлектрической проницаемости неоднородностей.

828. Сравнение программ проектирования на примерах моделирования микрополосковых фильтров с отверстиями в экране / Н. И. Фурманова, А. Ю. Фарафонов, С. Н. Романенко, Э. Н. Шинкаренко, М. В. Мищенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 53-56.

Проведен сравнительный анализ программ проектирования Microwave Office и HFSS на примерах моделирования микрополосковых полосно-пропускающего фильтра и фильтра нижних частот с отверстиями в экране. Представлены результаты численного моделирования фильтров в сравнении с экспериментальными данными.

829. Чумаченко Я. В. О бесконечных системах линейных уравнений, связанных с задачами рассеяния волн в плоскостных волноводных узлах с областью взаимодействия прямоугольной формы / Я. В. Чумаченко, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 20-25.

На примере волноводного излома исследуются свойства бесконечных систем, возникающих при применении метода произведения областей для решения задач рассеяния волн в плоскостных волноводных трансформаторах с нагруженной областью связи прямоугольной формы. Показано, что метод приводит к системам, которые для нерезонансных значений волнового числа могут быть решены методом редукции, сходящимся по норме пространства l_1 .

830. Шило Г. М. Вибір стратегії призначення інтервальних допусків / Г. М. Шило, І. М. Веснін, М. П. Гапоненко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 2 (27). – С. 57-62.

Розглянуто особливості призначення номінальних допусків при інтервальному законі розподілу і зміні властивостей елементів в процесі експлуатації радіoeлектронних пристроїв. Враховуються інтервальні коефіцієнти зовнішніх впливів. Отримано співвідношення для оптимального значення допустимих відхилень параметрів в стратегіях рівних допусків, максимального об'єму допускової області, мінімальної вартості і оптимального співвідношення ціна/якість.

Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2013

№ 1

831. Бідюк П. І. Система підтримки прийняття рішень для аналізу і прогнозування стану підприємства / П. І. Бідюк, А. Д. Кожухівський, О. А. Кожухівська // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 128-136.

Запропоновано процедуру побудови системи підтримки прийняття рішень на основі мережі Байєса, яка надає можливість оцінювати та прогнозувати стан підприємства в умовах впливу збурень довільних типів та різної природи.

832. Величко Е. В. Локация в двухслойной среде при помощи упрощенных датчиков / Е. В. Величко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 25-29.

В статье в двумерной постановке изучается процесс движения фронта волны, создаваемой точечным источником. Источник расположен в одном из слоев двухслойной среды с прямолинейной границей раздела сред. Целью является определение положения источника излучения и времени начала излучения по данным датчиков, расположенных во второй среде на одной прямой, параллельной границе раздела сред. При отношении скоростей распространения сигнала в слоях, близком к 0,75, задача сводится к решению системы линейных уравнений. Приведен пример расчета.

833. Горбань А. Н. Особенности формирования комплементарных транзисторов для ИМС с диэлектрической изоляцией элементов / А. Н. Горбань, В. В. Кравчина // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 30-34.

В работе оптимизированы процессы селективной эпитаксии слоев кремния на структурах $Si-SiO_2-Si^*$, процессы формирования диэлектрической изоляции и диффузионных областей комплементарных биполярных транзисторных структур. При формировании диэлектрической изоляции элементов ИМС проводится окисление границы между эпитаксиальными слоями эпитаксиального Si и эпитаксиального Si^* , расположенной под углом 550° к поверхности. В этом случае градиент механических напряжений направлен или к краевой области объема моно- Si или в объем слоя эпитаксиального Si^* и образование механических напряжений достаточных для генерации дефектов в слое эпитаксиального Si не происходит. При толщине эпитаксиальной пленки $3,0-4,0$ мкм характеристики комплементарных транзисторов составили величины $U_{ке} > 20$ В и $\beta \geq 60$.

834. Даніч В. М. Класи елементарних перетворень в динаміці інформаційно-управлінських архітектур / В. М. Даніч, С. М. Шевченко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 119-127.

В статті запропоновано класи елементарних перетворень, які характеризують динаміку інформаційно-управлінських архітектур підприємств, виділено особливості перетворень із застосуванням декількох рівнів ІУА.

835. Калинин Д. А. Быстродействие шифров "Калина" и AES / Д. А. Калинин, Г. Л. Козина // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 62-65.

В данной статье приводится сравнение быстродействия симметричных блочных шифров "Калина" и AES. Показано, что "Калина" уступает в скорости AES более чем в 1,7 раз, а также в более чем 2,7 раз при использовании заранее подготовленной таблицы подстановок для алгоритма AES.

836. Кернос М. А. Гибкая множественная модель учебного плана в подсистеме планирования и контроля учебного процесса ИАС ВУЗа / М. А. Кернос, А. В. Михнова, Д. А. Имшенецкий // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 66-71.

В статье рассматривается актуальная проблема эффективной организации учебного процесса ВУЗа, в частности - математическая модель, используемая при автоматизация формирования учебного плана, как вида нормативного документа высшего учебного заведения.

В работе предложена модифицированная модель учебного плана, обеспечивающая его формирование с учетом особенностей бизнес-процессов объекта автоматизации. Полученная гибкая множественная модель обеспечивает математическую основу эффективного процесса разработки учебного плана, формирования его структуры и адаптации к текущим требованиям стандартов образования.

837. Коваль Ю. А. Возможности снижения ионосферной составляющей погрешности синхронизации при использовании сигналов системы SBAS / Ю. А. Коваль, В. Ю. Приймак, А. Ф. Хуссейн // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 40-45.

В статье рассмотрены пути снижения ионосферной составляющей погрешности частотно-временной синхронизации при использовании в алгоритме общего охвата (АОО) одночастотных GPS-подобных сигналов, излучаемых геостационарными ИСЗ системы SBAS. Оценены возможности решения данной задачи с использованием двух моделей для компенсации задержек сигналов в ионосфере (IONEX и Klobuchar) и метода, основанного на обработке результатов измерений сигналов по их огибающим и фазам.

838. Кудин В. Ф. Субоптимальное нелинейное управление электроприводом упаковочных механизмов / В. Ф. Кудин, А. В. Торопов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 158-162.

В статье рассматривается задача синтеза нелинейного регулятора положения электропривода "питателя" упаковочного механизма. Для нахождения субоптимального закона управления, использован метод динамического программирования с использованием концепции метода инвариантного "погружения". Осуществлено моделирование и произведен сравнительный анализ электропривода со стандартными линейными регуляторами положения, а также с синтезированным нелинейным регулятором.

839. Курапов С. В. Топологические методы построения рисунка графа / С. В. Курапов, В. С. Чеченя // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 72-81.

В данной работе рассматривается математическая модель для построения рисунка графа с минимальным числом пересечений. Представлена схема выполнения этапов построения топологического рисунка непланарного графа. Рассмотрена математическая модель перехода от топологического рисунка графа к геометрическому рисунку используя силовую модель, представляющую ребра графа как пружины с заданным модулем упругости.

840. Марченко С. В. Электродинамический расчет линейной фар с согласующей периодической структурой / С. В. Марченко, В. М. Морозов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 21-24.

В статье представлен электродинамический алгоритм расчета бесконечной линейной волноводной ФАР с согласующей периодической структурой (СПС). Расчет проведен с использованием метода интегрального уравнения на основе выделения пронизывающей области. Из полученных численных результатов следует, что согласование ФАР улучшается при определенных геометрических размерах СПС и ее расположении.

841. Метод обработки сигналов отклика химического источника тока на импульсное воздействие / В. А. Дзензерский, М. А. Беда, Н. Е. Житник, С. В. Плаксин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 35-39.

Предложен метод компьютерной обработки сигнала отклика химического источника тока на токовый импульс, в основе которого лежит нахождение координат точек, содержащих информацию о кинетике процесса, на предварительно сглаженном сигнале отклика и определение характеристических параметров химического источника тока.

842. Миронова Н. А. Информационная технология синтеза методов принятия групповых решений / Н. А. Миронова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 137-140.

Разработана информационная технология, которая позволяет выполнять синтез методов принятия групповых решений в зависимости от множества входных данных. Выполнена формализация этапов и предложена структурная схема, описывающая взаимодействие основных элементов данной технологии. Разработанная информационная технология синтеза методов принятия групповых решений, основанная на использовании методов-адаптеров, позволяет объединять методы с различными функциональными возможностями.

843. Моделювання багатопровідних зв'язаних мікросмушкових ліній у квазідинамічному наближенні з урахуванням неоднорідностей топології / М. В. Міщенко, О. Ю. Фарафонов, Ю. О. Сіциліцин, В. М. Кришук, С. М. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 46-50.

У роботі розглядається методика розрахунку схем багатопровідних зв'язаних мікросмушкових ліній (МСЛ), яка ґрунтується на використанні квазідинамічного підходу при моделюванні регулярних ділянок одиночних і зв'язаних ліній та квазістатичного наближення при врахуванні неоднорідностей топології. Така методика забезпечує сумірну з результатами електродинамічного моделювання в системах HFSS та MWO точність розрахунків, а також забезпечує необхідну гнучкість при врахуванні ємнісних неоднорідностей схеми та допускових обмежень на геометричні параметри топології. Перевагою методики є також можливість розрахунку некоординатної топології схеми, моделювання якої в системах HFSS та MWO викликає деякі складності. Порівняння результатів моделювання спрямованого відгалужувача (СВ) на двох зв'язаних МСЛ за представленою методикою та в системі HFSS показало відхилення в межах 5 %.

844. Пиза Д. М. Влияние интерференции помех на системы помехозащиты импульсно-доплеровских радаров / Д. М. Пиза, А. П. Залевский, А. С. Сиренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 51-54.

Предложена методика оценки влияния интерференции активных помех на системы помехозащиты импульсно-доплеровских радаров. Для этого в полигонных условиях была проведена регистрация шумовой активной помехи, принятой двухканальным приемным устройством при темпе сканирования антенной системы в режиме кругового обзора 5 и 10 секунд и частоте повторения импульсов 1500, 750 и 375 Гц. Показано, что при увеличении темпа сканирования и уменьшении частоты повторения импульсов флуктуации межканального отношения амплитуд на интервале когерентной обработки увеличиваются, что приводит к деградации параметров пространственного фильтра в режиме запоминания весовых коэффициентов.

845. Развитие киберпространства и информационная безопасность / В. И. Хаханов, С. В. Чумаченко, Е. И. Литвинова, А. С. Мищенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 151-157.

Предложена модель и метрика кибернетического пространства, где субъектами выступают взаимодействующие процессы или явления с физическим носителем в виде компьютерных систем и сетей. Описаны инфраструктуры сервисного обслуживания программного продукта для защиты от вредоносных программ и верификации проектов цифровых систем. Предложена структурная модель распознавания деструктивных образов на основе отношений входного образа, эталонов и критериев сходства.

846. Решевская Е. С. Схема контактного взаимодействия в трехмерной постановке в системе MIRELA+ / Е. С. Решевская // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 82-87.

В статье предложена постановка контактной задачи в трехмерной постановке. Для решения поставленной задачи был использован метод конечных элементов на основе интерполяционного полинома Эрмита. Численные расчеты проведены в рамках системы MIRELA+. В работе приведены тестовые примеры расчета параметров контактного взаимодействия эластомерных элементов конструкций. Полученные результаты сравнены с имеющимися классическими решениями.

847. Стенин А. А. Экспертная оценка деятельности операторов эргатических систем / А. А. Стенин, А. Н. Губский, О. М. Польшакова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 141-143.

В настоящее время поиск путей совершенствования эргатических систем ведется по целому ряду направлений. В данной статье выделяется направление, связанное с переоценкой роли человеческого фактора. Настоятельная необходимость развития именно этого направления связана с тем, что для современных эргатических систем существенно изменились функциональное назначение и роль в них человека-оператора. При экспериментальном исследовании операторской деятельности используется, в большинстве случаев, метод экспериментальных оценок. При этом формирование согласованной группы экспертов является одним из решающих факторов получения достоверных данных. Для формирования такой группы экспертов в настоящей статье предложен алгоритм целенаправленного просмотра и фильтрации экспертной группы. Кроме того, в статье определены этапы экспертной оценки деятельности операторов эргатических систем и задачи, решаемые на каждом из этих этапов.

848. Субботин С. А. Формирование и редукция выборок для интеллектуального анализа данных / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 113-118.

Решена задача формирования и редукции выборок для интеллектуального анализа данных. Предложен метод формирования и редукции выборок, который обеспечивает сохранение в сформированной подвыборке важнейших топологических свойств исходной выборки, не требуя при этом загрузки в память ЭВМ исходной выборки, а также многочисленных проходов исходной выборки, что позволяет сократить объем выборки и уменьшить требования к ресурсам ЭВМ.

849. Фирсов С. Н. Обеспечение функциональной устойчивости измерителей параметров движения спутниковых систем стабилизации и ориентации / С. Н. Фирсов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 144-150.

Получены аналитические зависимости, определяющие минимально необходимое количество чувствительных элементов в избыточном измерителе. Сформированы критерии, выполнение которых обеспечивает функциональную устойчивость при однократном полном отказе одного из чувствительных элементов. Показаны ограничения и преимущества использования функционально устойчивого измерительного блока с минимальной структурной избыточностью.

850. Чуб И. А. Математическая модель оптимизационной задачи размещения пожароопасных объектов с учетом рельефа области размещения / И. А. Чуб // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 88-93.

Проведены построение и анализ оптимизационной математической модели размещения пожароопасных объектов, являющихся в случае пожара источниками загрязняющих аэрозольных выбросов, с учетом рельефа области размещения. Рассматриваемая задача сводится к оптимизационной задаче размещения многоугольных объектов с изменяемыми метрическими характеристиками и пространственной формой.

851. Шама Є. О. Побудова класифікатора рослинних об'єктів за допомогою нейронних мереж / Є. О. Шама, С. О. Субботін, С. В. Морщавка // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 55-61.

Розглянуто можливість побудови класифікатора рослинних об'єктів за допомогою двошарової та трьохшарової нейронної мережі.

852. Шитикова Е. В. Информационная модель процесса испытаний газотурбинных установок наземного применения / Е. В. Шитикова, Г. В. Табунщик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 1 (28). – С. 101-108.

Рассмотрена проблема повышения эффективности управления процессом испытаний газотурбинных установок наземного применения посредством формализации процессов испытаний газотурбинных установок наземного применения. В работе была выполнена декомпозиция данного процесса. Построенные бизнес-модели процессов испытаний и модель предметной области в комплексе образуют информационную модель процесса испытаний ГТУ НП. Авторами предложена архитектура системы мониторинга процесса испытаний и реализованы подсистемы обработки данных по результатам испытаний.

853. Шкарупило В. В. Модель TLA-спецификации композитного веб-сервиса с множеством динамик / В. В. Шкарупило // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 94-100.

Разработана формальная модель специфицирования свойств композитных веб-сервисов на основе формализма темпоральной логики TLA. На отдельном примере выполнена верификация TLA-спецификации композитного веб-сервиса с множеством свойств в автоматизированном режиме с использованием реализации метода Model Checking в составе программного средства TLA Toolbox (TLC, TLA Checker). Проведена оценка сопутствующих временных издержек.

854. Babich A. V. Self-consistent calculations of work function, Shottky barrier heights and surface energy of metal nanofilms in dielectric confinement / A. V. Babich, V. V. Pogosov, P. V. Vakula // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 7-20.

We suggest a method for the self-consistent calculations of characteristics of metal films in dielectric environment. Within a modified Kohn-Sham method and stabilized jellium model, the most interesting case of asymmetric metal-dielectric sandwiches is considered, for which dielectric media are different from the two sides of the film. As an example, we focus on Na, Al and Pb. We calculate the spectrum, electron work function, and surface energy of polycrystalline and crystalline films placed into passive isolators. We find that a dielectric environment generally leads to the decrease of both the electron work function and surface energy. It is revealed that the change of the work function is determined only by the average of dielectric constants from both sides of the film. We introduced the position of a conductivity band in the dielectric as a parameter in the self-consistency procedure and performed calculations, using image potential, for the aluminum film with ideal interfaces vacuum/Al(111)/SiO₂, vacuum/Al(111)/AlO and sandwiches SiO/Al(111)/AlO. As a result, effective potential profiles and the Schottky barrier heights were calculated.

855. Bodyanskiy, Ye. Noisy distorted images recovery using blind deconvolution / Y. Bodyanskiy, N. Kulishova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 1 (28). – С. 109-112.

The problem of noisy and linearly distorted images recovery is considered. For the solving the blind deconvolution method is proposed. This method ensures contour preservation and high quality of restoration.

№ 2

856. Артюхова М. А. Метод учета влияния системы менеджмента надежности предприятия при расчетной оценке показателей безотказности электронных средств / М. А. Артюхова, В. В. Жаднов, С. Н. Полесский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 48-53.

В статье рассмотрены основные аспекты современного подхода к прогнозированию показателей безотказности электронных средств ответственного назначения. Показано, что при расчетной оценке интенсивности отказов таких изделий следует учитывать не только технические и программные средства, но и факторы, характеризующие систему менеджмента надежности предприятия.

857. Василевский В. В. Оптимизация технологического процесса монтажа электрорадиоэлементов на основе вероятностных и технико-экономических моделей контрольных операций / В. В. Василевский, М. А. Поляков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 17-20.
- Предложена модель вариантов технологического процесса в виде конечного направленного графа, позволяющая найти оптимальный процесс с учетом динамики распределений вероятностей дефектов в изделиях и связанных с этим приведенных стоимостных затрат. Применение предложенных моделей проиллюстрировано компьютерным расчетом оптимизации фрагмента технологического процесса изготовления платы преобразователя.*
858. Дослідження масогабаритних і теплових характеристик герметичних блоків радіоелектронних апаратів / Г. М. Шило, О. В. Сиротюк, А. Є. Савелло, Ю. А. Лопатка, Є. К. Арешкін, М. П. Гапоненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 42-47.
- Досліджено залежність об'єму, маси та масогабариту від кількості плат і відстані між ними у герметичних блоках радіоелектронних апаратів. Показано, що оптимізація несучих конструкцій може зменшити масогабаритні показники у 1,5-3 рази порівняно з одноплатною компоновкою. Аналізується залежність максимальної температури на кожній платі від відстаней між платами. Найгірший тепловий режим спостерігається при відстані між платами 2-5 мм. Моделювання теплових режимів здійснювалось програмними засобами інженерного аналізу.*
859. Дубровин В. И. Исследование изменений энтропии и энергии на этапах декомпозиции сигнала / В. И. Дубровин, Ю. В. Твердохлеб // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 54-58.
- Проведено исследование поведения энтропии и энергии сигнала на этапах его декомпозиции. Предложен метод разделения исходного сигнала сложной формы на независимые составляющие с помощью математического аппарата вейвлет-преобразования и теории информации.*
860. Евланов М. В. Онтологическая модель архитектуры информационной системы на основе сервисного подхода / М. В. Евланов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 130-135.
- В статье рассмотрены современные представления понятия "архитектура", которые используются в ходе разработки информационных систем различного назначения. Рассмотрены особенности сервисного подхода к представлению информационной системы. Предложены уточненные понятия "архитектура ИТ-услуг" и "архитектура ИТ-сервисов". Разработаны визуальные модели взаимосвязи основных элементов, образующих понятия "сервисный подход к разработке информационной системы" и "архитектура информационной системы".*
861. Колпакова Т. А. Оптимизация распределения объема заказа между несколькими поставщиками в тендере / Т. А. Колпакова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 59-63.
- Рассматривается проблема оптимального распределения объема заказа между несколькими поставщиками, участвующими в тендере. Предложен метод многокритериальной оптимизации распределения объема заказа между несколькими поставщиками в тендере, который учитывает относительные коэффициенты важности критериев, по которым производится оптимизация.*

862. Левин В. И. Устойчивость решения задач оптимального проектирования систем с интервальными параметрами / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 64-70.

Рассмотрена задача оптимизации неполностью определенных (недетерминированных) функций, т.е. функций с параметрами, заданными лишь с точностью до интервала. Показано, что решение этой проблемы требует также рассмотрения задачи определения устойчивости оптимума к варьированию значений параметров функции. Предлагается метод нахождения оптимума функций и определения его устойчивости методами интервальной математики.

863. Метод синтеза допусковых отклонений на геометрические параметры микрополосковых устройств / М. В. Мищенко, А. Ю. Фарафонов, Д. А. Коваленко, Ю. А. Сицилицин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 21-27.

В представленной работе разработан метод синтеза допусковых отклонений на геометрические параметры микрополосковых устройств. Метод включает в себя: методику расчета схемы микрополосковых линий, основанную на использовании квазидинамических приближений и квазистатического анализа неоднородностей топологии; синтез допусковых отклонений, использующий интервальные модели; оптимизацию допусковых отклонений путем введения весовых коэффициентов; анализ допусков, обусловленных технологическими ограничениями. Приведен пример использования разработанного метода.

864. Нікуліщев Г. І. Протокол сліпого електронного цифрового підпису на еліптичних кривих над скінченим векторним полем / Г. І. Нікуліщев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 71-76.

У даній статті пропонується реалізація протоколу сліпого електронного цифрового підпису, що являє собою модифікацію стандарту ГОСТ Р 34.10-2001 на еліптичних кривих над скінченим векторним полем. Аналізується захищеність запропонованого протоколу за критерієм анонімності.

865. Орловский И. А. Управление лабораторным стендом манипулятора МП-9С с помощью математического пакета моделирования / И. А. Орловский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 151-156.

Разработан лабораторный стенд компьютерного управления манипулятором МП-9С из пакета Simulink системы Matlab. Описано подключение стенда к компьютеру с использованием платы PCI 1711 и блока PCLD-6710. Приведен пример системы управления в пакете Simulink. Рассмотрен порядок выполнения лабораторных работ на стенде. Осуществление компьютерного управления позволило проверить теоретические знания студентов по синтезу дискретных автоматов при управлении в реальном времени манипулятором и получить практические навыки работы с оборудованием.

866. Панасенко Є. В. Розв'язок крайової задачі оптимального керування в критичному випадку / Є. В. Панасенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 77-80.

У статті розглянуто крайову задачу в критичному випадку, яка виникає в теорії оптимального керування для матричних диференціальних рівнянь. Знайдено умову розв'язності таких задач. Запропоновано підхід до знаходження її розв'язку за допомогою теорії псевдообернених матриць.

867. Пиза Д. М. Метод адаптации автокомпенсатора при воздействии комбинированных помех / Д. М. Пиза, А. С. Сиренко, Е. А. Звягинцев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 28-31.

В статье предложен метод адаптации автокомпенсатора в начале развертки дальности. Проведен анализ протяженности пассивных помех от метеорообразований и дипольных отражателей. Получена зависимость дальности пассивной помехи от высоты, учитывающая угол места луча и высоту точки стояния радара. На примере радара ЗбДб показано, что предложенный метод целесообразно применять для углов места $< 6^\circ$. Для углов места $> 6^\circ$ предпочтительной является адаптация весовых коэффициентов автокомпенсатора в конце развертки дальности.

868. Романенко С. Н. Расчет шлейфных направленных ответвителей на МПЛ с учетом дисперсии и потерь в линиях / С. Н. Романенко, В. П. Дмитренко, В. А. Воскобойник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 32-36.

Получены простые аналитические соотношения для расчета параметров шлейфных направленных ответвителей на МПЛ. Показано, что в зависимости от величины коэффициента деления мощности в выходных плечах схемы изменяются технологические ограничения, присущие таким ответвителям. Приведены также аналитические формулы, с высокой точностью и в широком частотном диапазоне обеспечивающие для основной Т-волны МПЛ расчет дисперсии эффективной диэлектрической проницаемости и потерь в материале подложки.

869. Сергиенко А. В. Информационная технология определения номера на чугуновозном ковше / А. В. Сергиенко, А. А. Каргин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 140-144.

В статье рассматривается информационная технология определения номера на чугуновозном ковше. Выделены и раскрыты этапы обработки: предварительная фильтрация и неполная пороговая обработка глобальной бинаризацией, локализация при помощи кластеризации изображения и идентификация, при помощи оригинального метода, базирующегося на нечетком представлении изображений и сравнении их с нечеткими эталонами. В результате проведенных экспериментов подтверждается эффективность обработки по предлагаемой технологии.

870. Скрупский С. Ю. Компрессия Ultra HD-видеоинформации в распределенной компьютерной системе / С. Ю. Скрупский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 145-150.

Рассмотрены преимущества и недостатки современного формата представления видеоинформации Ultra HD. Выполнена оценка вычислительной сложности операции поиска векторов движения в видеопоследовательности. Проанализирован метод распределения видеоинформации по узлам распределенной системы, который использован для распараллеливания процесса компрессии видеоинформации на кластере. Экспериментально исследованы объективные показатели результата компрессии Ultra HD-видеоинформации в распределенной системе в зависимости от применяемого алгоритма оценки движения и ширины области поиска векторов движения.

871. Чепкунов Р. А. Особенности регулирования электроприводов с косвенным измерением скорости / Р. А. Чепкунов, Д. И. Левинзон // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 157-162.
- Приводятся результаты исследования систем регулирования электропривода постоянного тока и асинхронного электропривода с косвенным измерением скорости с учетом влияния обратных связей по току и напряжению на устойчивость системы. Определены условия устойчивости: системы регулирования при положительной обратной связи по току; контура регулирования с тиристорным преобразователем при цифровом сглаживании пульсаций; асинхронного двигателя как объекта регулирования. Обоснованы структурные схемы и параметры системы, обеспечивающие качественное регулирование.*
872. Чопоров С. В. Использование технологий параллельных вычислений в методе конечных элементов / С. В. Чопоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 88-94.
- В работе рассмотрена проблема использования параллельных вычислений в методе конечных элементов. Рассмотрены особенности построения матрицы жесткости и решения полученной системы линейных уравнений на базе параллельных вычислений. Проведены вычислительные эксперименты, результаты которых использованы для анализа эффективности предложенных подходов.*
873. Шама Є. О. Мінімізація кількості інформативних ознак при побудові класифікатора рослинних об'єктів / Є. О. Шама // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 37-41.
- В статті показана можливість зменшення кількості інформативних ознак з початкових 256 значень до 4 при побудові класифікатора рослинних об'єктів за результатами дистанційного зондування. Для побудови розпізнавальної моделі був використаний множинний лінійний дискримінантний аналіз Фішера. Для обраного набору даних, встановлені оптимальні діапазони ознаки.*
874. Шевцов Д. В. Определение ориентации элементарных составляющих моделей знаков, подлежащих автоматическому именованию на множестве атомарных элементов / Д. В. Шевцов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 95-102.
- Автоматическое моделирование, именование и опознавание знаков цифровых бинарных изображений произвольной природы является актуальной научно-практической задачей, находящей свое приложение во многих областях внедрения информационных технологий, в частности, при обработке и анализе электронных документов. Статья посвящена конструктивному определению структурных составляющих моделируемых изображений, прошедших этап утоньшения при предварительной обработке, и их свойств, которые позволяют осуществлять автоматическое выявление указанных объектов с целью последующего формирования описания именованных и распознаваемых знаков на дискретном множестве атомарных элементов.*
875. Dubrovin V. I. R-peaks detection using wavelet technology / V. I. Dubrovin, J. V. Tverdohleb, V. V. Kharchenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 126-129.
- The given work presents the methodology of R-peaks detection in an electrocardiogram signal based on Discrete Wavelet Transformation. The optimal level decomposition of the detail coefficients can be determined by energy, frequency and cross-correlation analyses. The effectiveness of the proposed algorithm has been tested by using records obtained from the MIT/BIH Physionet arrhythmia database.*

876. Estimation of market risk in Ukraine using VAR methodology / O. M. Trofymchuk, O. A. Kozhukhivska, P. I. Bidyuk, A. D. Kozhukhivskiy // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 81-87.

The emergence of a market risk due to performing operations with currency can result in substantial financial losses. That is why such situations require carrying out of profound analysis and management of respective risks. The market risk of this kind is characterized with possible losses of financial resources due to incorrectly performed operations with currency. The paper considers the possibility of application of the VaR methodology to the bank currency portfolio using the following methods: delta-normal, as well as the methods of historical modeling and Monte-Carlo simulation. While performing the computing experiments actual data used from the currency market of Ukraine. Quite acceptable results of forecasting possible losses were received by making use of Monte-Carlo simulation that hypothetically can take into account possible variations of the market exchange rates. It was established that the risk forecasting errors appear only due to non-predictable abrupt changes of exchange rates.

877. Firsov S. N. Fault tolerance of spacecraft orientation and stabilization system / S. N. Firsov, O. V. Reznikova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 103-111.

Formed the structure of the orientation and stabilization system for ensuring its active fault tolerance. Parameterized types of failures of the system functional elements, characterized by changes in the properties of the conversion elements. Received diagnostic functional models for solving problems of detection, search the place and establish a class of failure for system. Developed models and methods of systematic approach to fault tolerance in the direction of the effective use of the signal, parametric and structural redundancies and selection of parrying tools. Performed experimental researches of the sample model of the automatic attitude control and stabilization the properties of active fault-tolerance in emergency modes of operation.

878. Gurevich V. I. RCD nuisance tripping: who's guilty and what needs to be done / V. I. Gurevich // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 7-16.

The reasons for nuisance tripping of residual current devices (RCD) are analyzed in the article and the affect of many external factors is discussed. Solutions are described for avoiding faulty tripping of an RCD.

879. Pishchukhina O. A. Analytical support of requirements development for intelligent E-learning systems / O. A. Pishchukhina // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2013. – № 2 (29). – С. 136-139.

The problems of analysis and modeling of requirements while development of e-learning systems with feedback are considered. Subject area of requirements development is determined, choice of CASE-tools for creating models from generated subject area is explained. Visual models of functional requirements and user requirements in the form of diagrams showing the development of behavior and the logical structure of the system are developed. Simulation models explain the events and the corresponding response of the system and can represent its processes of interaction on more higher level of abstraction and allow to reveal incorrect, inconsistent, missing or redundant requirements. Consequence diagram, diagram of cooperation and state transition diagram are considered as analytical support of requirements development for intelligent e-learning systems.

880. Romanuke V. V. An attempt for 2-layer perceptron high performance in classifying shifted monochrome 60-by-80-images via training with pixel-distorted shifted images on the pattern of 26 alphabet letters / V. V. Romanuke // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 112-118.

Object classification problem is considered, where neocognitron and multilayer perceptron may be applied. As neocognitron, solving almost any classification problem, performs too slowly and expensively, then for recognizing shifted monochrome images there is attempted the 2-layer perceptron, being fast only for pixel-distorted monochrome images, though. Having assumed the original images set of 26 monochrome 60-by-80-images of the English alphabet letters, there is formulated the task to clear out whether the 2-layer perceptron is capable to ensure high performance in classifying shifted monochrome images. Thus it is disclosed that the 2-layer perceptron performs as the good classifier of shifted monochrome images, when in training its input is fed with training samples from shifted images, being pixel-distorted. For this, however, it may need more passes of training samples through the 2-layer perceptron, but nevertheless the total traintime will be shorter than for training the 2-layer perceptron with only pixel-distortion-free shifted monochrome images.

881. Shafronenko Y. The evolving adaptive neural network for data processing with missing observations / A. Shafronenko, I. Pliss, Y. Bodyanskiy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2013. – № 2 (29). – С. 119-125.

The problem of computational intelligence systems synthesis in on-line mode, capable for processing stochastic signals with missing observations in the data is considered. An adaptive approach based on using of orthogonal polynomials is developed.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2014

№ 1

882. Андрущенко Д. М. Защита авторских прав на цифровые изображения / Д. М. Андрущенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 135-139.

Разработан метод встраивания цифровых водяных знаков с использованием электронных цифровых подписей сторон, участвующих в процессе передачи авторского права. Метод позволяет правообладателю выявить нарушителя при появлении контрафактных копий его продукта, обнаружить и подтвердить факт незаконного использования изображений при возникновении спорных ситуаций в судебном порядке. Кроме того, метод позволяет лицензиату продукта в случае ложного обвинения доказать факт законного использования.

883. Висоцька В. А. Концептуальна модель систем електронної контент-комерції / В. А. Висоцька, Л. В. Чирун // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 46-54.

У статті запропоновано формальну модель системи електронної контент-комерції та формальні моделі опрацювання інформаційних ресурсів. Описана розроблена загальна архітектура систем електронної контент-комерції для полегшення етапів реалізації життєвого циклу комерційного контенту. Запропоновані загальні принципи проектування архітектури систем електронної контент-комерції дають можливість реалізовувати процес опрацювання інформаційних ресурсів для скорочення циклу виробництва, економії часу та розширення можливостей ведення електронної комерції.

884. Демчук А. Б. Відеоконтент для незрячих: метод тифлокоментування / А. Б. Демчук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 146-149.

У статті досліджено проблему доступу до відеоконтенту людей з повною або частковою втратою зору, розглянуто тифлокоментування, як метод адаптації відеоконтенту для незрячих. При дослідженні проблеми доступу людей з вадами зору до відеоконтенту, слід розуміти, що більшість інформації надається глядачеві за допомогою зображення, так, незрячі чують всі слова акторів, звуки навколишнього середовища, процесів на екрані, але їм важко ідентифікувати кому які слова належать, що саме у цей конкретний момент відбувається з героями, що зображено у даній сцені, яка реакція акторів, їхні емоції, які найчастіше виражаються за допомогою рухів чи міміки. Тифлокоментарі до фільмів для незрячих людей - ось один з реальних кроків вирішення обмеженості доступу до такого виду контенту.

885. Дорошенко В. А. Математическое моделирование возбуждения конической антенны с полупрозрачными стенками и продольной щелью / В. А. Дорошенко, А. Е. Стрельницкий, А. А. Стрельницкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 14-20.

Рассмотрена краевая задача возбуждения гармоническим электрическим радиальным диполем полубесконечного полупрозрачного кругового тонкого конуса с продольной щелью. Метод решения задачи основан на использовании потенциала Дебая, интегральных преобразований Конторовича-Лебедева и метода рядов Фурье. Получено аналитическое решение задачи и исследовано влияние щели на спектр, структуру поля и его поведения у вершины конуса.

886. Дубровин В. И. Автоматизированная система анализа и интерпретации ЭКГ / В. И. Дубровин, Ю. В. Твердохлеб, В. В. Харченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 150-157.

В статье выполнен обзор существующих программных продуктов для анализа и интерпретации электрокардиосигнала (ЭКГ), предложен алгоритм идентификации ЭКГ, основанный на обнаружении и временной локализации максимумов модуля вейвлет-преобразования, и нейросетевой классификатор кардиоциклов. Разработана программа для анализа и интерпретации ЭКГ. Проведены эксперименты по децимации сигнала. Исследованию подвергались записи цифровых сигналов ЭКГ базы данных QTDB. Результаты работы предложенного алгоритма сравнивались с опубликованными результатами работы других алгоритмов идентификации ЭКГ. Наиболее существенное улучшение было обнаружено в определении положения P- и T-волны.

887. Зайко Т. А. Скорочення розмірності навчальної вибірки на основі асоціативних правил / Т. А. Зайко, А. О. Олійник, С. О. Субботін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 106-111.

Розглянуто задачу скорочення навчальної вибірки. Розроблено метод редукції даних на основі асоціативних правил. Створено програмне забезпечення на основі запропонованого методу. Проведено експерименти з вирішення практичних задач, що дозволило дослідити ефективність запропонованого методу.

888. Ильяшенко М. Б. Решение задачи поиска граф-подграф изоморфизма для распределения ресурсов организации / М. Б. Ильяшенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 55-60.

В работе представлен граф-аналитический подход к распределению ресурсов организации. Он основан на алгоритме поиска граф-подграф изоморфизма для взвешенных и помеченных графов и является развитием алгоритма поиска граф-подграф изоморфизма для взвешенных графов.

889. Карпуков Л. М. Прямой синтез шлейфных фильтров нижних частот с чебышевской характеристикой / Л. М. Карпуков, Р. Ю. Корольков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 35-39.
- Предложен метод синтеза шлейфных фильтров нижних частот с чебышевской характеристикой, не использующий фильтры-прототипы. Выполнено сравнение результатов синтеза фильтров предложенным методом и методами на основе фильтров-прототипов, показавшее преимущество предложенного метода.*
890. Костенко В. О. Электропитание охранной сигнализации от высоковольтной линии электропередач / В. О. Костенко, И. Н. Сметанин, О. В. Щекотихин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 40-45.
- Авторами предложен способ отбора мощности от ЛЭП на каждой опоре, обеспечивающий вывод энергии из высокопотенциальной зоны в низкопотенциальную на уровне единиц ватт. Конструктивная реализация не превышает 50 кг, малогабаритна и обладает невысокой стоимостью. Новизна заключается в решении задачи получения электропитания в единицы ватт на каждой опоре ЛЭП новым сочетанием известных элементов, изменением конструкции изоляторов и предложением промышленного выпуска нового вида продукции - солнечных батарей в виде вакуумных приборов - "аламп".*
891. Кудин А. В. Компьютерное моделирование изгиба круглой трехслойной пластины с использованием аналитического и численного подходов / А. В. Кудин, С. В. Чопоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 75-81.
- Предложены уравнения изгиба трехслойных круглых пластин симметричного строения с изотропными наружными слоями и нелинейно-упругим заполнителем. На основе полученных уравнений разработана компьютерная модель в системе Maple. Построена трехмерная конечно-элементная модель круглой трехслойной пластинки. В качестве примера, рассмотрена задача осесимметричного поперечного изгиба трехслойной круглой пластинки в линейной постановке, а также задача осесимметричного поперечного изгиба однослойной пластины в линейной и нелинейной постановке.*
892. Лисняк А. А. Дискретизация границы трехмерных моделей геометрических объектов, заданных с помощью R-функций / А. А. Лисняк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 82-88.
- В статье рассматривается актуальная проблема автоматизации конечно-элементного разбиения поверхности геометрических объектов заданных в виде неявных функций В.Л. Рвачева. Описаны подходы, которые позволяют повысить качество элементов сетки, полученной с использованием известных методов. Работа методов опирается на минимизацию отклонений между дифференциальными характеристиками функционального описания и дискретного представления границы геометрических объектов.*
893. Мирошкин А. Н. Расширение формата микрокоманд при реализации устройства управления на гибридных FPGA / А. Н. Мирошкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 166-171.
- В статье предлагается метод синтеза композиционного микропрограммного устройства управления в базисе гибридных FPGA. Предлагается использование кодов классов псевдоэквивалентных операторных линейных цепей для уменьшения аппаратных затрат в схеме и снижения общей стоимости реализации устройства управления. Приведен пример применения предложенного метода синтеза. Показано, что экономия аппаратных ресурсов достигает 30 % при сохранении временных характеристик устройства.*

894. Моделі процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки / В. У. Ігнаткін, В. А. Литвиненко, Л. В. Олійник, О. В. Томашевський, О. Ю. Шпаковський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 21-27.

Зроблена формалізація процесів експлуатації і метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки на промислових підприємствах. Для оптимізації параметрів систем метрологічного обслуговування використано метод ненаправленого випадкового пошуку Монте-Карло. Проведено оптимізацію сумарних витрат на метрологічне обслуговування на основі дискретно-безперервної моделі експлуатації засобів вимірювальної техніки.

895. Онуфриенко Л. М. К теории E-плоскостного волноводного трансформатора с осевой симметрией N-го порядка / Л. М. Онуфриенко, Я. В. Чумаченко, В. П. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 7-13.

Рассмотрена задача рассеяния волн в осесимметричном плоскостном соединении одинаковых прямоугольных волноводов. Дано строгое обоснование предложенной ранее математической модели узла, которая учитывает свойства его геометрии и использует тригонометрические разложения искомого поля, полученные с помощью метода произведения областей. Показано, что для почти всех значений частотного параметра каждая из бесконечных систем линейных уравнений, к которым приводит развитый подход, разрешима единственным образом в пространстве последовательностей. Доказано, что эти решения могут быть найдены методом редукции, сходящимся по норме названного пространства.

896. Оптимизация схемы композиционного микропрограммного устройства управления с общей памятью / А. А. Баркалов, Л. А. Титаренко, И. Я. Зеленева, С. А. Цололо // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 140-145.

Предлагается метод уменьшения аппаратных затрат в схеме композиционного микропрограммного устройства управления с общей памятью при реализации на микросхемах FPGA, с учетом ограничения на число входов LUT элементов. Метод основан на применении двух источников кодов классов псевдоэквивалентных операторных линейных цепей, а также на использовании избыточности встроенных блоков памяти FPGA. Такой подход позволяет уменьшить требуемое число LUT элементов в схеме адресации композиционного устройства, вследствие чего уменьшается площадь кристалла FPGA, занимаемая схемой КМУУ с общей памятью, что позволяет получить реализацию, обладающую меньшей стоимостью, чем известные из литературы аналоги. В статье описан пример применения предложенного метода.

897. Орловський І. А. Використання нейроконтролерів в електромеханічних системах / І. А. Орловський, Є. І. Горобець // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 177-188.

Запропоновано нову архітектуру та алгоритми навчання для гібридної каскадної нейронної мережі з оптимізацією пулу нейронів у кожному каскаді. Запропонована гібридна каскадна нейронна мережа забезпечує обчислювальну простоту та характеризується як слідкуючими, так і фільтруючими властивостями.

898. Тищенко О. К. Гібридна каскадна оптимізована нейронна мережа / О. К. Тищенко, І. П. Плісс, Д. С. Копаліані // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 129-134.

Запропоновано нову архітектуру та алгоритми навчання для гібридної каскадної нейронної мережі з оптимізацією пулу нейронів у кожному каскаді. Запропонована гібридна каскадна нейронна мережа забезпечує обчислювальну простоту та характеризується як слідкуючими, так і фільтруючими властивостями.

899. Фандеева Е. А. Применение метода анализа иерархий для выбора рекламной сети в интернете / Е. А. Фандеева, В. В. Харченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 89-95.

В статті описан метод, позволяющий упростить процесс принятия решений при выборе рекламной сети в Интернете. Предложен вариант решения проблемы с использованием метода анализа иерархий (МАИ). Данный метод позволяет рассчитать наиболее показательный суммарный критерий, который использует суммирование значений каждой альтернативы по всем критериям с учетом важности каждого критерия для пользователя. Благодаря этому анализ с использованием МАИ значительно упрощает процесс принятия решения в задаче выбора рекламной сети.

900. Чередникова О. Ю. Синтез оптимального по быстродействию управления объектом со знакопеременной переходной функцией / О. Ю. Чередникова, В. В. Лапко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 172-176.

Рассмотрен синтез оптимального по быстродействию управления объектом со знакопеременной характеристикой - выемочным участком угольных шахт. В управлении предложено использовать специально вычисляемую промежуточную однополярную переменную, т.е. координату, не имеющую знакопеременной характеристики. Апробация разработанного управления выполнена методами математического моделирования. Показано, что предложенный закон управления обеспечивает устойчивое управление и существенное ускорение отработки заданного режима работы объекта.

901. Шаховська Н. Б. Опрацювання невизначеності у великих даних / Н. Б. Шаховська, Ю. Я. Болюбаш // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 96-105.

У статті введено поняття терміну "великі дані" та проаналізовано причину їх появи. Показано рівні виникнення невизначеності у "великих даних". Сформовано модель сховища даних з невизначеністю та розроблено операції над ним. Подано метод формування агрегату з урахуванням невизначеності.

902. Bodyanskiy, Ye. V. Extended neo-fuzzy neuron in the task of images filtering / Y. V. Bodyanskiy, N. E. Kulishova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 112-119.

The paper describes a modification of the neo-fuzzy neuron called as "extended neo-fuzzy neuron" (ENFN) that characterized by improved approximating properties. The adaptive learning algorithm for ENFN is proposed, that has both following and smoothing properties and allows to solve problems of prediction, filtering and smoothing of non-stationary disturbed stochastic and chaotic signals. A distinctive feature of ENFN is its implementation computational simplicity compared with artificial neural networks and neuro-fuzzy systems. These properties of the proposed neo-fuzzy neuron make it very effective in suppressing noise in image filtering.

903. Decision support system architecture for forecasting of nonstationary financial processes and corresponding risks / O. A. Kozhukhivska, A. O. Fefelov, P. I. Bidyuk, A. D. Kozhukhivskyi // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 158-165.

A concept of a decision support system (DSS) for modeling and forecasting of economic and financial processes is proposed as well as its software implementation. The main functions of the DSS are in modeling and short-term forecasting of nonstationary nonlinear time series in various areas of human activities. On the basis of the proposed concept the software system was developed that possesses a set of the following useful features such as constructing of high quality forecasting mathematical models using time series statistical data; testing automatically quality of models and the forecasts based on them using appropriate sets of statistical criteria; combining various computational procedures for improving forecasts estimates; easy modification and expanding of existing system functionality. The software has been created with the use of cross platform instrumentation Qt and programming languages C++ and QML. Thanks to the open system architecture the functional possibilities of the system created can be expanded substantially at the expense of new model types, extra computational techniques and analytical instruments, possibilities for graphical representation of results as well as the means for interaction with user.

904. Karayuz I. V. Short-term forecasting of coal and oil production in Ukraine / I. V. Karayuz, P. I. Bidyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 61-68.

In this study the problem of short-term forecasting for coal and crude oil production in Ukraine within the period of 2008-2012 is considered. Linear autoregressive and autoregressive moving average models as well as optimal filtering algorithm for linear systems (Kalman filter) based upon autoregressive model of second order were constructed for short term forecasting. The Kalman filter was successfully applied for generating optimal estimates of states and short-term forecasts. The state noise covariances were estimated recursively with new data coming what corresponds to the general ideology of adaptation. The best forecasting results for coal and crude oil production were received for autoregressive models with optimal filter and for ARMA models.

905. Kucherenko, Ye. I. Fuzzy models in problems of complex systems control / Y. I. Kucherenko, O. D. Driuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 1 (30). – С. 69-74.

An analytical review of existing models and methods of applied problem solving is performed. The necessity of developing of fuzzy models of mobile objects is shown. A new formal model of mobile objects control as minimization of the control error is developed. It is shown that the problem of optimal mobile objects control is to find the optimal (or suboptimal) function of mobile objects control. Depending on the values of certain external parameters, this function returns a value that determines the future direction of the mobile object movement.

One of the most perspective approaches to the control function optimization is development and adjustment of fuzzy model of mobile object movement. Development of a model based on fuzzy rules will provide its flexibility. The fuzzy model as a set of production rules has been further developed. This model, unlike the existing ones, allows minimizing the error of mobile objects control. The adequacy of the developed models has been confirmed. It was shown that these models provide good mobile objects control.

906. Subbotin S. A. Methods and characteristics of locality-preserving transformations in the problems of computational intelligence / S. A. Subbotin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 120-128.

The problem of the development of mathematical support for data dimensionality reduction is solved. Its results can be used to automate the process of diagnostic and recognizing model construction by precedents. The set of rapid transformations from the original multi-dimensional space to the one-dimensional axis was firstly proposed. They provide a solution of the feature extraction and feature selection problems. The complex of indicators characterizing the properties of transformations was firstly proposed. On the basis of the proposed indicators the set of criteria was defined. It facilitates comparison and selection of the best transformations and results of their work in diagnosis and recognition problems solving on the basis of computational intelligence methods. The software realizing proposed transformations and indicators characterizing their properties was developed. The experimental study of proposed transformations and indicators was conducted, which results allow to recommend the proposed transformations for use in practice.

907. Zinkovskiy Y. F. Electric field homogeneity problem in the multi-electrode phase-adjustable applicator / Y. F. Zinkovskiy, Y. K. Sydoruk, A. O. Turovskiy // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1 (30). – С. 28-34.

In our study we have proposed a mathematical model of multiphase cylindrical apparatus for bulk materials treatment with radio frequency electric field. According to the model the analysis of the distribution of the electric field inside the zone restricted with multiple connected circular arc-shaped boundary on the basis of the field coupling problem of the theory of singular integral equations is performed. The expressions for determination of the electric field strength in the core are given. Also we propose a schematic diagram of the generator for the electrodes excitation and the principle of building of the apparatus for treatment of grain and other bulk materials with the electric field of radio frequency.

№ 2

908. Бабичев С. А. Оптимизация процесса предобработки информации в системах кластеризации высокоразмерных данных / С. А. Бабичев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 135-142.

Представлена методика выбора оптимального метода нормализации при построении кластерной структуры объектов, отличительной особенностью которых является высокая размерность признакового пространства. В качестве основного критерия оценки качества предобработки данных использовался критерий энтропия Шеннона и относительное изменение энтропии в процессе трансформации данных. Понижение размерности признакового пространства исследуемых объектов производилось при помощи компонентного анализа. Построена модель системы кластеризации с использованием алгоритма нечеткой кластеризации fuzzy C-means, при помощи которой произведена оценка качества кластеризации при использовании различных методов предобработки данных. Показано, что для исследуемых данных наилучшим методом нормализации является метод десятичного масштабирования, при котором энтропия обработанного сигнала принимает наименьшее значение, при этом в процессе трансформации данных компонентным анализом относительное изменение энтропии не превышает норм.

909. Берко А. Ю. Проектування та впровадження систем електронної контент-комерції / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька, Л. В. Чирун // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 143-155.

Запропоновано метод опрацювання комерційного контенту як етап життєвого циклу контенту в системах електронної комерції. Метод опрацювання комерційного контенту описує процеси формування інформаційних ресурсів в системах електронної контент-комерції та спрощує технологію управління комерційним контентом. У цій роботі проаналізовано основні проблеми електронної контент-комерції та функціональних сервісів опрацювання комерційного контенту. Запропонований метод дає можливість створити засоби опрацювання інформаційних ресурсів в системах електронної контент-комерції та реалізувати підсистеми формування, управління та супроводу комерційного контенту.

910. Богучарский С. И. Анализ текстур в последовательности изображений на основе векторного квантования / С. И. Богучарский, С. В. Машталир // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 94-99.

В работе предложен подход к анализу последовательностей изображений (видеоданных). Для этих целей разработаны матричные аналоги существующих нейросетевых подходов, что позволяет учитывать пространственные связи мультимедийной информации и сократить время необходимое на обработку информации за счет введения новой матричной процедуры обучения нейронной сети. В качестве основного признака, по которому производится разбиение исходных данных, были выбраны текстуры, что в свою очередь позволяет повысить точность кластеризации.

911. Бондарев Б. Н. Статистические характеристики сигналов многоканальных систем с OFDM / Б. Н. Бондарев, В. С. Кабак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 18-22.

Проводится уточнение имеющихся в литературе статистических характеристик (законов распределения, числовых характеристик, пик-фактора) групповых сигналов многоканальных систем передачи информации с использованием частотного уплотнения с ортогональными под несущими (OFDM). Отмечается не совсем корректное использование при вычислении пик-фактора многоканального сигнала закона распределения Релея для его огибающей. Получены новые результаты для значений пикфактора. Показана допустимость превышения групповым сигналом порогового уровня на одном или нескольких тактовых интервалах, что проявляется как импульсная помеха на этих интервалах во всех каналах. При большом числе каналов это явление практически не будет влиять на помехоустойчивость.

Полученные результаты позволяют снизить на 2-4 Дб требования к динамическому диапазону и линейности амплитудных характеристик аппаратуры многоканальных систем с OFDM.

912. Вовк С. М. Двойственный метод минимума пространственной протяженности для робастного оценивания параметров дипольных источников излучения / С. М. Вовк, В. Ф. Борулько // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 8-17.

Рассмотрена задача робастного оценивания параметров дипольных источников излучения по результатам измерений ближнего поля, когда данные измерений искажены аддитивным гауссовским шумом и выбросами. Предложен подход к обработке данных, который основан на принципе достижения минимума пространственной протяженности получаемого решения, а также минимума пространственной протяженности невязки решения. Использована модель источников излучения в виде одномерной решетки идеальных диполей Герца, которые расположены вдоль прямой линии, параллельной линии измерений электрического поля, а электрические моменты диполей перпендикулярны к плоскости измерений. Предложен алгоритм обработки данных и представлены результаты численного моделирования.

913. Гурко А. Г. Гарантированное управление движением манипуляционного робота / А. Г. Гурко, И. В. Янчевский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 174-181.

Рассматривается задача управления движением манипуляционного робота при наличии в его модели параметрической неопределенности и действии неконтролируемых возмущений. Предложен робастный регулятор, основанный на методе вычисляемого момента, в котором для вычисления дополнительного управления, обеспечивающего компенсацию действия неопределенных факторов, используется гарантированный подход, согласно которому значения этих факторов известны лишь с точностью до принадлежности некоторым множествам. Для оптимизации управления использован квадратичный критерий качества. Эффективность предложенного решения подтверждено результатами численного моделирования.

914. Дмитриенко В. Д. Архитектуры и алгоритмы функционирования нейронных сетей Хемминга и Хебба, способных дообучаться и распознавать новую информацию / В. Д. Дмитриенко, А. Ю. Заковоротный // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 100-109.

Решена задача дообучения классических дискретных нейронных сетей Хемминга и Хебба без потерь запомненной ранее информации. Объектом исследования являются процессы распознавания и классификации образов в системах, построенных на основе искусственных нейронных сетей. Предметом исследования являются архитектуры и алгоритмы функционирования искусственных нейронных сетей. Цель работы: разработка стабильно-пластичных нейронных сетей Хемминга и Хебба. Разработаны архитектуры и алгоритмы функционирования дискретных стабильно-пластичных нейронных сетей Хемминга и Хебба, которые не только могут дообучаться в процессе функционирования, но и распознавать новую информацию. Новые сети могут стать альтернативой дискретным нейронным сетям адаптивной резонансной теории. Разработанный подход по дообучению может быть обобщен и на другие нейронные сети. Проведены экспериментальные исследования разработанных алгоритмов функционирования искусственных нейронных сетей. Результаты экспериментов подтверждают правильность предложенного подхода.

915. Довбиш А. С. Інформаційно-екстремальний алгоритм навчання системи діагностування емоційно-психічного стану людини / А. С. Довбиш, І. В. Шелехов, Д. В. Прилепа // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 156-163.

Розглядається метод розпізнавання емоційно-психічного стану людини за зображеннями її обличчя. При цьому запропоновано для одержання додаткової інформації використовувати такі фрагменти зображення обличчя людини, які включають зони очей і носу. Формування вхідного математичного опису системи розпізнавання здійснюється шляхом аналізу лівопівкульних та правопівкульних зображень обличчя людини. При цьому попередньо для стабільного емоційно-психічного стану особи формується навчальна матриця яскравості зображення, як всього обличчя, так і його відповідних фрагментів. Машинне навчання здійснюється в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології, що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання. Як критерій функціональної ефективності машинного навчання використано модифіковану інформаційну міру Кульбака, яка розглядається як функціонал від точнісних характеристик двох альтернативних рішень. За побудованою категорійною моделлю у вигляді відображення множин, задіяних в процесі навчання, розроблено інформаційно-екстремальний алгоритм оптимізації геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання, що відновлюються в процесі навчання в радіальному базисі простору ознак. За результатами фізичного моделювання доведено, що фрагменти обличчя є достатньо інформативними при розпізнаванні емоційно-психічного стану людини.

916. Дорофеев Ю. И. Робастное подавление возмущений при управлении насосными станциями в системе централизованного водоснабжения / Ю. И. Дорофеев, Л. М. Любчик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 164-173.

Предложен подход к решению задачи синтеза стабилизирующего робастного управления запасами воды в системе подачи и распределения воды крупного города. Математическая модель системы подачи и распределения воды представлена в виде нелинейной дискретной модели в пространстве состояний с запаздыванием. Предложена методика факторизации матриц модели, описывающих влияние нелинейных термов, которая позволила представить заданные структурные ограничения в виде линейных матричных неравенств. Для подавления влияния возмущений, моделирующих изменения неизвестного, но ограниченного внешнего спроса, одновременно с обеспечением устойчивости замкнутой системы, применена методика инвариантных эллипсоидов, которая позволила сформулировать задачу в терминах линейных матричных неравенств, а синтез управления свести к последовательности задач одномерной выпуклой оптимизации и полуопределенного программирования. В качестве примера рассмотрен фрагмент системы подачи и распределения воды города Харьков.

917. Зінковський Ю. Ф. Конструкційна оптимізація хвильоводно-вібраторного випромінювача з повернутою площиною поляризації / Ю. Ф. Зінковський, Ю. К. Сидорук, А. О. Туровський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 23-28.

Запропоновано конструкцію 5-елементного випромінювача на основі лінійної вібраторно-хвильовдної решітки для використання у складі пристрою опромінення діелектричних матеріалів електромагнітним полем частотою 2,45 ГГц, розраховано основні параметри для досягнення високої рівномірності розподілу поля перед випромінювачем. Показано вплив відстані між вібраторами і поверхнею хвильовода на ширину діаграми розподілу поля, визначено оптимальне розташування зони для розміщення діелектричного матеріалу, що підлягає опроміненню. Для конструкції з оптимізованими параметрами виконано оцінку поляризаційної та амплітудної однорідності поля.

918. Зубков А. М. Підвищення ефективності артилерійської розвідки шляхом конструктивно-функціональної інтеграції повітряних та наземних засобів спостереження / А. М. Зубков, А. А. Щерба // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 29-33.

Запропонований та обґрунтований метод багатоканальної розвідки рухомих і нерухомих наземних цілей, який знімає обмеження радіогоризонту, інваріантний до типу цілей та оснований на інтеграції відомих наземних та повітряних засобів спостереження в рамках єдиного комплексу інструментальної розвідки. 18 радіолокаційна станція розвідки наземних рухомих цілей, радіолокаційний комплекс розвідки вогневих позицій, дистанційно пилотований літальний апарат, фазована антенна решітка, мультиспектральна система спостереження.

919. Марусенкова Т. А. Метод оцінювання похибки вимірювання магнітного поля 3D-зондом з нелінійними вихідними характеристиками / Т. А. Марусенкова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 38-43.

У статті запропонований метод оцінки придатності результатів вимірювання магнітного поля 3D-зондом, що складається з трьох сенсорів, вихідні характеристики яких залежать від усіх компонентів вектора магнітної індукції, а також їхніх квадратів. Одержані аналітичні залежності, які дозволяють визначити, чи можна 3D-зондом магнітного поля з відомими коефіцієнтами вихідних характеристик забезпечити вимірювання вектора магнітної індукції з відносною похибкою, не більшою за задану.

920. Невлюдов И. Ш. Мониторинг обеспечения жизненного цикла РЭС при эксплуатации / И. Ш. Невлюдов, А. А. Андруевич, Р. Ю. Аллахверанов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 44-50.

В статье рассмотрен подход к мониторингу процессов жизненного цикла радиоэлектронных средств (ЖЦ РЭС) при эксплуатации. Объектом исследования являются процессы жизненного цикла радиоэлектронных средств на этапе эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. Предметом исследования являются методы и модели извлечения информации о процессах жизненного цикла радиоэлектронных средств на этапе эксплуатации. Целью исследований является разработка методов и моделей процессов мониторинга технического ресурса РЭС при его эксплуатации. Главный научный результат заключается в усовершенствовании модели процесса изменения технического ресурса на стадии эксплуатации РЭС, основанной на термодинамическом описании физико-химического механизма явлений массопереноса и структурных превращений в материалах, формирующих свойства РЭС и значения информативных параметров РЭС, что дало возможность приводить оценку кинетики деградационных процессов и динамики ресурсных характеристик РЭС. На базе модели изменения технического ресурса разработан метод визуализации технического состояния и ресурсных характеристик РЭС, основанный на геометрической интерпретации ситуации, допускающей аналогию описания кинетики деградационных процессов и изменения параметров РЭС, что дало возможность создать математическое и программное обеспечение систем, позволяющих на основе визуализации изменения технического ресурса прогнозировать отказы РЭС. Проведены эксперименты по исследованию свойств предложенного метода. Результаты экспериментов позволяют рекомендовать предложенный метод для использования на практике.

921. Олійник А. О. Видобування знань на основі дерев розв'язків та стохастичного пошуку / А. О. Олійник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 110-119.

Вирішено завдання розробки математичного забезпечення для автоматизації видобування набору знань у вигляді продукційних правил з навчальних вибірок даних. Об'єктом дослідження є процес побудови моделей неруйнівного контролю якості. Предмет дослідження становлять методи видобування продукційних правил для синтезу моделей контролю якості. Мета роботи: підвищити ефективність процесу виявлення продукційних правил для побудови моделей контролю якості на основі навчальних вибірок. Запропоновано стохастичний метод синтезу дерев розв'язків, який використовує інформацію про інформативність ознак, складність синтезованого дерева, а також точність його розпізнавання, що дозволяє на початковому етапі формувати множину деревовидних структур, що характеризуються простою ієрархією і невисокою помилкою розпізнавання, в процесі пошуку створювати нові множини рішень з урахуванням інформації про значущість ознак та інтерпретабельність створюваних дерев, що, у свою чергу, забезпечує можливість побудови дерев розв'язків з невеликою кількістю елементів (вузлів та зв'язків між ними) і прийнятною точністю розпізнавання, а також видобування на його основі найбільш цінних екземплярів. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований метод. Проведено експерименти з дослідження властивостей запропонованого методу. Результати експериментів дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці.

922. Оптимизация оребренного канала в системах принудительного воздушного охлаждения РЭА / В. Н. Кришук, Г. Н. Шило, Н. А. Каспирович, Е. В. Огренич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 34-37.

Рассмотрена возможность использования оребренного канала, как упрощенной модели для анализа тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры кассетного типа с высоким удельным тепловыделением при принудительном воздушном охлаждении.

Исследованы тепловые характеристики оребренного канала. Получены соотношения для оптимальных размеров конструкции оребренного канала, которые позволяют минимизировать тепловое сопротивление. Разработан итерационный алгоритм оптимизации.

Показан пример проектирования оребренного канала с оптимальным тепловым режимом. В результате оптимизации конструкции оребренного канала тепловое сопротивление уменьшилось на 35 %.

923. Пиза Д. М. Анализ влияния переменной базы на качество подавления помех при время-пространственной обработке сигналов / Д. М. Пиза, Е. А. Звягинцев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 51-54.

Рассмотрены особенности работы систем помехозащиты когерентно-импульсных радиолокационных станций при дискретной адаптации весовых коэффициентов автокомпенсатора активных помех. Целью исследований является оценка ограничений эффективности автокомпенсатора при совместном воздействии активных и пассивных помех с учетом разности центров антенн основного и компенсационного каналов приема.

В статье предложена методика оценки влияния переменной базы на качество подавления активной шумовой помехи для разных режимов работы радиолокационной станции при использовании время-пространственной обработки сигналов. Проведен анализ межканального фазового сдвига на различных временных интервалах, равных длительности частотной пачки. На примере радара 36Д6 показано, что межканальный фазовый сдвиг в разных режимах работы РЛС при время-пространственной обработке сигналов не позволяет качественно подавить активную шумовую помеху, действующую по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны.

924. Тищенко О. К. Прогнозуюча нейро-фаззі мережа на основі багатовимірної нео-фаззі-нейрона та її процедура навчання / О. К. Тищенко, І. П. Плїсс, К. О. Шкуро // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – С. 120-125.

У статті запропоновано прогнозуючу нейро-фаззі мережу, що призначена для вирішення задач екстраполяції багатовимірних нестационарних стохастичних та хаотичних часових рядів за умов короткої навчальної вибірки. В основі мережі полягає багатовимірний нео-фаззі-нейрон із спеціально організованим входним шаром та сплайн-функціями належності. Введена система забезпечує високу якість апроксимації у сенсі середньоквадратичної похибки та високу швидкість збіжності за рахунок використання процедури навчання другого порядку. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропоновану архітектуру нейро-фаззі мережі. Проведено ряд експериментів з дослідження властивостей запропонованої мережі. Результати експериментів підтвердили придатність запропонованої архітектури до розв'язання задач Data Mining та більш високу точність у порівнянні з традиційними прогнозуючими нейро-фаззі системами.

925. Kirichenko L. O. Comparative analysis of the complexity of chaotic and stochastic time series / L. O. Kirichenko, Y. A. Kobitskaya, A. Y. Habacheva // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – Р. 126-134.

The new approach to the recognition mechanism of the time series generating process based on the results of the entropy and the recurrent analysis is proposed. The comparative analysis of the realization's properties of chaotic and stochastic processes with different correlation structure was carried out. It is shown that the derived set of information characteristics allows to distinguish the realizations of deterministic chaotic and fractal random processes. Depending on complexity measures of time series of process parameters were obtained. The information characteristics dependencies from the process parameters were obtained. The results of bioelectric signals and financial time series study are presented.

926. Korablev N. M. Parallel immune algorithm of short-term forecasting based on model of clonal selection / N. M. Korablev, G. S. Ivaschenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – Р. 73-78.

The paper studies ways of parallelization of hybrid immune algorithm of short-term forecasting of time series built on the basis of clonal selection model that uses case-based reasoning and the simplest methods of forecasting. There has been analysis performed of two variants of parallelization having different procedure of messaging between the computational nodes. To implement proposed algorithm used MPI.NET technology for messaging systems. To optimize individual computational nodes operations, TPL library for shared memory systems is used. The work presents results of experimental investigations demonstrating efficiency of the proposed approach.

927. Kucherenko Ye. I. Knowledge-oriented technologies in highly automated production / Y. I. Kucherenko, S. N. Trokhimchuk, O. D. Driuk // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – P. 79-84.

The expansion of Zadeh-Mamdani method in problems of fuzzy inference on knowledge is considered. A modified method of fuzzy inference is proposed and justified. The proposed method is based on interpretation of components of fuzzy Petri nets as production rules and solving of logical equations in the state space of membership functions of the model, followed by their defuzzification.

The process of perceptron learning as procedure of adjusting the weights and shifts to decrease the difference between target and real signals on its output, using a definite tuning (learning) rule is defined. Modified methods of gradient procedures based on the method of back-propagation for multilayer neural networks are developed.

Application of the proposed approaches based on advanced hybrid models with solving the problems of fuzzy inference and operative informed decision making allowed to reduce the time to identify, locate and eliminate the causes of failure on the set of alternatives, which is confirmed by experiment.

The method appears to be universal in decision-making problems and allows to increase the adequacy of hybrid model and the accuracy of decisions.

928. Optimization of some reinsurance strategies / O. A. Kozhukhivska, P. I. Bidyuk, V. F. Kudriachov, A. D. Kozhukhivskyj // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – P. 55-63.

The basic purpose of the work is a study of existing approaches to reinsurance directed towards modeling of distribution and minimization of risk for an insurance portfolio, and forming a strategy for its optimal reinsurance using developed decision support system. A method for a search of optimal reinsurance strategy is proposed. For this purpose, statistical models were selected that correspond to the structure and volume of portfolio losses as well as the number of these losses. The simulation model for the total insurance losses is developed. While finding an optimal reinsurance strategy it was taken into consideration the dependence of the load coefficient on a specific form of reinsurance. A numerical study of the dependence between optimal reinsurance strategy and the varying load coefficient has been performed. It was established that taking into consideration of the variable load coefficient for specific risk capital values for an insurance company the stop-loss strategy provides worse results than other forms considered. An architecture and the functional layout for decision support system are proposed, and appropriate software was developed in C#. The decision support system functioning has been illustrated on simulated example. The system will provide a useful instrument for a business analytic to support decision making while selecting a strategy for insurance portfolio in specific conditions.

929. Romanuke V. V. A framework for classifier single training two-layer perceptron in a problem of turned 60-by-80-images classification / V. V. Romanuke // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 2 (31). – P. 85-93.

A 13-itemed scenario framework for classifier single training parameter optimization is developed. Formally, the problem is to find global extremum (mostly, minimum) of function as a classifier output parameter against its single training parameter. Linking the scenario theory to praxis, the classifier type has been decided on two-layer perceptron. Its input objects are monochrome images of a medium format, having a few thousands independent features. Within the framework, the programming environment has been decided on MATLAB, having powerful Neural Network Toolbox. Keeping in mind the stochasticity of the being minimized function, there is defined statistical -stability of its evaluation by a finite set of data. These data are mined in batch testings of the trained classifier. For exemplification of the scenario framework, there is optimized pixel-to-turn standard deviations ratio for training two-layer perceptron in classifying monochrome 60-by-80-images of the enlarged 26 English alphabet capital letters. The goal is to find a pixel-to-turn standard deviations ratio for the training process in order to ensure minimum of classification error percentage. The optimization relative gain is about a third. The developed framework can be applied also for classifier multivariable optimization, wherein it instructs which item operations shall regard the corresponding multiplicity of variables.

930. Subbotin S. A. The instance individual informativity evaluation for the sampling in neural network model synthesis / S. A. Subbotin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2014. – № 2 (31). – P. 64-72.

The problem of mathematical support development is solved to automate the sampling at diagnostic and recognizing model building by precedents. The object of study is the process of diagnostic and recognizing neural network model building by precedents. The subject of study is the sampling methods for neural network model building by precedents. The purpose of the work is to increase the speed and quality of the formation process of selected training samples for neural network model building by precedents. The method of training sample selection is proposed which for a given initial sample of precedents and given feature space partition determines the weights characterizing the term and feature usefulness. It characterizes the individual absolute and relative informativity of instances relative to the centers and the boundaries of feature intervals based on the weight values. This allows to automate the sample analysis and its division into subsamples, and, as a consequence, to reduce the training data dimensionality. This in turn reduces the time and provides an acceptable accuracy of neural model training. The software implementing proposed indicators is developed. The experiments to study their properties are conducted. The experimental results allow to recommend the proposed indicators for use in practice, as well as to determine effective conditions for the application of the proposed indicators.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2015 № 1 (32)/2(33)

931. Бодянский Е. В. Многослойная адаптивная нечеткая вероятностная нейронная сеть в задачах классификации текстовых документов / Е. В. Бодянский, Н. В. Рябова, О. В. Золотухин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 39-45. (№1).

Рассмотрена задача классификации текстовых документов на основе нечеткой вероятностной нейронной сети в режиме реального времени. В массиве текстовых документов может быть выделено различное количество классов, к которым могут относиться данные документы. При этом предполагается, что данные классы могут иметь в n -мерном пространстве различную форму и взаимно перекрываться. Предложена архитектура многослойной адаптивной нечеткой вероятностной нейронной сети, которая позволяет решать задачу классификации в последовательном режиме по мере поступления новых данных. Предложен алгоритм обучения многослойной адаптивной нечеткой вероятностной нейронной сети, а также решена задача классификации на основе предложенной архитектуры в условиях пересекающихся классов, что позволяет относить один экземпляр текстового документа к разным классам с различной степенью вероятности. Архитектура классифицирующей нейронной сети отличается простотой численной реализации и высокой скоростью обучения, и предназначена для обработки больших массивов данных, характеризующихся векторами признаков высокой размерности. Предлагаемая нейронная сеть и метод ее обучения предназначены для работы в условиях пересекающихся классов, отличающихся как формой, так и размерами.

932. Гнатушенко В. В. Підвищення просторового розрізнення багатоканальних аерокосмічних зображень високого просторового розрізнення на основі гіперсферичного перетворення / В. В. Гнатушенко, О. О. Кавац, В. Ю. Шевченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 73-78. (№1).

У роботі вирішено актуальне завдання розробки інформаційної технології підвищення візуальної якості багатоканальних аерокосмічних зображень високого просторового розрізнення. Об'єктом дослідження є процес злиття панхромного та мультиспектрального фотограмметричних сканерних зображень, отриманих координатно-чутливими сенсорами у видимому та інфрачервоному діапазонах електромагнітного проміння. Предмет дослідження становлять методи попередньої та синергетичної обробки багатоканальних даних для поліпшення якості результуючого зображення та зменшення кольорових спотворень. Мета роботи: автоматизоване підвищення просторового розрізнення первинного багатоканального зображення та в порівнянні з існуючими методами усунення спектральних спотворень в локальних областях. Крім того, запропонована технологія дозволить ефективно проводити подальше розпізнавання й оперативний моніторинг об'єктів інфраструктури. У роботі запропоновано нову інформаційну технологію злиття багатоканальних аерокосмічних зображень на основі HSV-конвертування і гіперсферичного перетворення кольору, що дозволяє поліпшити просторове розрізнення первинного цифрового зображення й уникнути спектральних спотворень. Це досягається, зокрема, за рахунок попередньої еквалізації первинних знімків, оброблення даних у локалізованих спектральних базисах, оптимізованого за інформаційними характеристиками, та використання інформації, яку містить зображення інфрачервоного діапазону. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований підхід. Проведено експерименти з дослідження властивостей запропонованого алгоритму. Експериментальні оцінки проведені на восьмиканальних зображеннях, отриманих супутником WorldView-2. Результати тестування підтвердили, що запропонований підхід дозволяє досягти високої спектральної та просторової якості багатоканальних зображень та перевіриує існуючі методи.

933. Имамвердиев Я. Н. Метод оценки периода основного тона с применением эмпирического вейвлет преобразования / Я. Н. Имамвердиев, Л. В. Сухостат // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 47-53. (№2).

Оценка периода основного тона речевого сигнала используется во многих важных областях применения речевых технологий. Однако среди существующих методов только некоторые могут работать для случая нелинейных и нестационарных сигналов. Основная причина состоит в том, что методы обнаружения периода основного тона основаны на предположении, что сам процесс речеобразования линеен, а речевые сигналы являются локально стационарными. Выбор алгоритма для оценки периода основного тона всегда состоит в нахождении компромисса между временем и разрешающей способностью по частоте, робастностью, задержкой и вычислительной сложностью. Целью данной работы является разработка метода оценки периода основного тона на основе эмпирического вейвлет преобразования. Метод построения семейства адаптированных вейвлетов состоит в предположении, что фильтры зависят от расположения информации в спектре анализируемого сигнала. Эмпирические вейвлеты определяются как полосовые фильтры на каждом отрезке речевого сигнала. Для определения периода основного тона в качестве признаков рассматривается мгновенная частота. Оператор разделения энергии Тигера-Кайзера используется для ее выделения. В работе проводится сравнение данного метода с другими алгоритмами оценки периода основного тона.

934. Коляденко Ю. Ю. Анализ эффективности алгоритмов планирования передачи кадра в сетях LTE / Ю. Ю. Коляденко, А. М. Алали // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 7-14. (№1).

В статье исследованы алгоритмы планирования, которые входят в состав подсистемы обеспечения качества обслуживания в сетях LTE. Проведены исследования эффективности алгоритмов планирования кадра по методам FIFO, SJF и RR. Сравнение проводилось по таким параметрам, как среднее время ожидания в очереди, среднее время обработки пакета, заполнение буфера данными и количество отброшенных пакетов.

Анализ показал, что при небольших длинах пакетов среднее время ожидания в очереди для алгоритмов RR и FIFO приблизительно одинаково, а алгоритм SJF по эффективности на треть превосходит алгоритмы RR и FIFO. С увеличением длин пакетов среднее время ожидания в очереди растет быстрее для алгоритма RR, для алгоритма FIFO рост времени ожидания в очереди несколько ниже. Самый минимальный рост времени ожидания в очереди имеет алгоритм SJF.

Получены зависимости среднего времени обработки пакетов от максимальной длины пакетов. Анализ показал, что и по этому показателю заметный выигрыш дает алгоритм SJF.

Проведен эксперимент с ограниченным объемом буфера очереди. Анализ показал, что заполнение буфера данными для алгоритма FIFO происходит интенсивнее, чем для алгоритма SJF. По процентному отношению отброшенных пакетов лучшие показатели имеет алгоритм SJF. Таким образом, для дальнейшего улучшения качества и эффективности передачи данных в сетях LTE рекомендуется алгоритм SJF, который дает выигрыш от 18% до 50%.

935. Красій А. В. Метод прогнозування успішності програмних проєктів на основі аналізу прогнозованих значень характеристик програмного забезпечення / А. В. Красій, Т. О. Говорущенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 54-61. (№2).

Вирішено завдання розроблення методологічного забезпечення для прогнозування успішності програмних проєктів. Об'єктом дослідження є процес прогнозування успішності програмних проєктів на ранніх етапах життєвого циклу. Предметом дослідження є метод прогнозування успішності програмних проєктів на основі аналізу прогнозованих значень характеристик програмного забезпечення. Мета роботи - підвищити достовірність вибору програмних проєктів та успішність програмних проєктів. Запропоновано інтелектуальний метод прогнозування успішності програмних проєктів, який дозволяє обчислювати інтегративні показники успішності різних програмних проєктів на основі прогнозованих (штучною нейронною мережею) значень характеристик розроблюваного за проєктом програмного забезпечення, а також обчислювати ймовірності успішності цих програмних проєктів. Метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність програмних проєктів, порівнювати програмні проєкти комплексно за основними характеристиками проєкту і розроблюваного програмного забезпечення та прогнозованим значенням ймовірності успішності (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір програмного проєкту замовником і розробником для подальшої реалізації. Проведені експерименти з дослідження роботоздатності методу. Результати експериментів дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці.

936. Молчанова В. С. Адаптивный пороговый метод бинаризации растровых изображений технических чертежей / В. С. Молчанова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 62-70. (№2).

В статье предлагается метод адаптивной пороговой бинаризации растровых изображений технических чертежей. Проанализированы специфические особенности изображений технических чертежей и их влияние на результат бинаризации известными универсальными методами. Выявлены артефакты, возникающие на результирующих бинарных изображениях и предложены способы их устранения.

В основу предложенного метода положено соображение о том, что очень маленькие фрагменты изображения чертежа напоминают букву "С", которая в особых случаях вырождается в прямую линию. Дальнейшие рассуждения сводятся к выбору способа определения соответствия объекта на изображении форме "С". Отдельное влияние уделено вопросам настройки порога бинаризации в зависимости от яркости изображения.

В работе представлена математическая модель предложенного метода, его алгоритмическое описание. Проведены эксперименты по исследованию качественных и количественных показателей эффективности. Качественная оценка выполнялась путем сравнения результата бинаризации с эталонным черным изображением. В качестве критериев количественного оценивания рассмотрены такие критерии, как время выполнения алгоритма, полнота и f-мера. Представлены результаты проведенных экспериментов, показывающие превосходство предложенной в работе методики бинаризации растровых изображений технических чертежей, как количественно, так и качественно.

937. Олійник А. О. Синтез нейро-нечітких моделей для прогнозування стану здоров'я хворого на основі паралельних обчислень / А. О. Олійник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 30-40. (№2).

Вирішено завдання розробки математичного забезпечення для автоматизації процесу індивідуального прогнозування стану здоров'я хворого гіпертонічною хворобою. Об'єктом дослідження є процес синтезу моделей для медичного діагностування. Предмет дослідження становлять методи синтезу нейро-нечітких моделей для медичного діагностування. Мета роботи: підвищити ефективність процесу синтезу нейро-нечітких мереж для побудови діагностичних моделей на основі навчальних вибірок. Запропоновано стохастичний метод синтезу нейро-нечітких моделей на основі паралельних обчислень, що ґрунтується на стохастичному підході при пошуку значень параметрів, що настраюються, і полягає в розподілі найбільш ресурсомістких етапів по вузлах паралельної обчислювальної системи. Запропонований метод дозволяє скоротити час настроювання параметрів (значень вагових коефіцієнтів і параметрів функцій належності нейроелементів) синтезованих нейромоделей. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований метод. Проведено експерименти з дослідження властивостей запропонованого методу. Результати експериментів дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці.

938. Парфененко Ю. В. Прогнозування теплоспоживання будівель соціально-бюджетної сфери з використанням нейронних мереж / Ю. В. Парфененко, В. В. Шендрик, О. С. Галіченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 41-46. (№2).

Запропоновано метод удосконалення процесів підтримки прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення закладів соціально-бюджетної сфери шляхом розроблення моделі прогнозу споживання теплової енергії будівлею. Об'єктом дослідження є процес вибору найбільш оптимальної архітектури нейронної мережі для вирішення задачі прогнозування теплоспоживання будівлі соціально-бюджетної сфери. Предмет дослідження становлять моделі прогнозування теплоспоживання будівель соціально-бюджетної сфери з використанням штучних нейронних мереж. Метою даного дослідження є підвищення достовірності прогнозування потреб будівель соціально-бюджетної сфери у теплозабезпеченні. Розроблено моделі короткострокового прогнозування теплозабезпечення об'єктів соціально-бюджетної сфери з використанням штучних нейронних мереж, що враховують вплив погодних умов, коливання потреби в тепловій енергії в залежності від графіку роботи закладу, а також минулі значення потреб у теплозабезпеченні. Моделі побудовано на основі архітектур нелінійної мережі типу вхід-вихід, нелінійної авторегресійної мережі, нелінійної авторегресійної нейронної мережі із зовнішніми входами. Запропоновані моделі реалізовано у програмному середовищі Matlab, для навчання використано алгоритм Левенберга-Марквардта. Проведено експерименти з дослідження точності розроблених моделей, які показали, що найбільшій точності прогнозу можна досягти при використанні моделі типу NARX. Використання запропонованої моделі в рамках інформаційної системи "HeatCAM" для прогнозування теплоспоживання будівель протягом опалювального сезону дозволяє підвищити ефективність підтримки процесу прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення, що призводить до зниження споживання теплової енергії.

939. Переварюха А. Ю. Компьютерное моделирование популяций осетровых Каспия с двумя видами возникновения аperiodических колебаний / А. Ю. Переварюха // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 26-32. (№1).

В статье предложена оригинальная компьютерная модель жизненного цикла популяции осетровых рыб Каспийского моря, включенных в "Красную книгу" с 2010 г. В модели реализована событийно-стадийная вычислительная структура, которая включает непрерывные и дискретные составляющие времени. Особенности динамики модели рассмотрены на основе численного решения конечной последовательности задач Коши для системы дифференциальных уравнений убыви численности особей поколений. Получена интересующая ихтиологов функциональная зависимость, которая имеет два локальных экстремума. Установлены возможность притяжения траектории к двум аттракторам и появление переходного аperiodического режима. После бифуркации исчезновения двух нетривиальных стационарных точек возникает интервальный аттрактор. Для данного типа аттрактора по классификации Гукенхеймера наблюдается явление граничного кризиса, что для популяций осетровых рыб интерпретируется как угрожающее их существованию событие.

940. Принципы расчета пьезоэлектрических элементов с частично электродированными поверхностями / О. Н. Петрищев, В. М. Шарапов, Ж. В. Сотула, К. В. Базило
// Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 15-25. (№1).

Решена актуальная задача определения вычислительных процедур, которые позволяют выполнить оценку параметров напряженно-деформированного состояния и передаточных характеристик пьезоэлектрических элементов с частичным электродированием поверхностей. Предложена последовательность вычислительных процедур, которая позволяет при расчете передаточных характеристик учитывать полный набор физико-механических и геометрических параметров пьезоэлектрического элемента и конечное значение выходного электрического импеданса генератора электрических сигналов. Предложена методика, которая позволяет выполнить адекватную реальной ситуации оценку эффекта связности упругих и электрических полей в случае их произвольного распределения в объеме колеблющегося пьезоэлектрического элемента. Сформулированный полный набор граничных задач технической электродинамики и динамической теории упругости представляет собой математическое содержание энергосилового метода анализа физического состояния пьезоэлектрических элементов в режиме вынужденных колебаний под действием внешнего источника электрической энергии. Предложенная последовательность вычислительных процедур может быть рекомендована в качестве основы расчета характеристик пьезоэлектрических элементов с частичным электродированием поверхности и микроэлектромеханических структур.

941. Прогонов Д. А. Спектральный анализ стеганограмм / Д. А. Прогонов, С. Н. Куш
// Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 71-79. (№2).

Для повышения стойкости стеганоалгоритмов к известным методам стегоанализа широко применяются методы скрытия сообщений в области преобразования цифровых изображений. Использование при формировании стеганограмм стандартных методов обработки изображений-контейнеров и стегоданных - двумерных дискретных косинусного и вейвлет преобразований - позволяет минимизировать искажения скрытых сообщений при компрессии изображений.

В работе для выявления факта встраивания стегоданных с применением стандартных преобразований контейнера и стегоданных предложено использовать методы спектрального анализа изображений: анализ спектра сингулярностей и мультифрактальный анализ. Преимуществом данного подхода, по сравнению со статистическими методами стегоанализа, является возможность исследования одновременно нескольких компонент изображения-контейнера, что позволяет локализовать область встраивания.

Анализ эффективности применения методов спектрального анализа был проведен для случая использования одноэтапных и двухэтапных методов формирования стеганограмм. Показано, что скрытие данных приводит к изменению всех компонент сингулярного разложения изображения-контейнера, а также появлению характерных искажений мультифрактальных характеристик стеганограмм - увеличения мощности множества монофрактальных компонент изображений. Выявленные демаскирующие признаки наличия встроенных сообщений являются устойчивыми в широком диапазоне степеней заполнения контейнера стегоданными, что упрощает задачу обнаружения сообщений, скрытых в области преобразования изображений.

942. Савков О. О. Аналіз електроенцефалографічних сигналів на основі псевдо-перетворення Вігнера-Вілла / О. О. Савков, В. В. Мороз // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 33-38. (№1).

Розглянута задача виділення електроенцефалографічних ритмів та пошуку епілептиформної активності. Об'єктом дослідження є процес виділення електроенцефалографічних феноменів. Предметом дослідження є методи частотно-часового аналізу електроенцефалографічних сигналів.

Мета роботи полягає у підвищенні точності діагностування психічних, психосоматичних, невротичних та когнітивних розладів людини. Проведено огляд процесу електроенцефалографічного дослідження та ЕЕГ артефактів. Розглянуто види ЕЕГ ритмів та феноменів, які мають специфічні частотно-часові характеристики. Запропоновано метод виділення електроенцефалографічних феноменів на основі аналізу екстремумів функції спектральної щільності згладженого псевдо-перетворення Вігнера-Вілла. Зроблено порівняння запропонованого методу з віконним перетворенням Фур'є. Як критерій оцінки проаналізованих методів було обрано частотно-часову роздільну здатність отриманих функцій спектральної щільності. Проведено обчислювальний експеримент на наборі епох ЕЕГ сигналів, які містять високочастотні феномени. Розроблено програмне забезпечення, що автоматизує процес дослідження ЕЕГ сигналів та візуалізацію отриманих результатів.

Результати експериментів показують переваги даного підходу у частотно-часовій роздільній здатності над віконним перетворенням Фур'є та дозволяють рекомендувати запропонований метод до практичного застосування для відокремлення ЕЕГ ритмів та виділення високочастотних феноменів.

943. Савков С. О. Аналіз методів скелетизації нерегулярних текстур в задачі пошуку унікальних дескрипторів зображення / С. О. Савков, В. В. Мороз // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 81-86. (№2).

Розглянута задача аналізу, ідентифікації та розпізнавання текстур зображень. Об'єктом дослідження є процес скелетизації напівтонових зображень. Предмет дослідження становлять ітераційні та неітераційні методи скелетизації текстур. Мета роботи полягає у виборі придатного методу скелетизації неоднорідних нерегулярних текстур для пошуку унікальних дескрипторів зображень у задачі перевірки автентичності об'єкта.

Розглянуто типи текстур та класифікацію алгоритмів скелетизації, переваги та недоліки алгоритмів різних типів. Проведено обчислювальний експеримент та зроблено порівняльний аналіз ітераційних алгоритмів Жанг-Сюенга, Го-Хола та неітераційного методу серединного осьового перетворення Блюма, які застосовувались до зразків зображень неоднорідних нерегулярних текстур паперу з мікрОВОлокнами. Вирішено задачу порівняльного аналізу алгоритмів скелетизації для зображень неоднорідних нерегулярних текстур. Розроблено критерій якості, який використовує інформацію про кількість відгалужень скелету текстури, що, у свою чергу, залежить від кількості граничних точок скелету. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує розглянуті методи скелетизації та дозволяє ранжувати їх згідно з обраним критерієм.

Результати експерименту дозволяють рекомендувати алгоритм Жанг-Сюенга до практичного застосування для вирішення задачі скелетизації зображень неоднорідних нерегулярних текстур.

944. Савочкин Д. А. Оптимизация размещения антенн для систем пространственной двумерной RFID-локализации / Д. А. Савочкин, Ю. Б. Гимпилевич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 7-15. (№2).

Разработана методика поиска оптимального размещения антенн для систем пространственной локализации на основе технологии радиочастотной идентификации (RFID). Методика основана на минимизации средней ошибки при реализации комбинированного метода локализации, включающего в себя алгоритм трилатерации, алгоритм отпечатков и алгоритм пересечений. В ходе проведенного вычислительного эксперимента установлено, что среди ряда рассмотренных паттернов оптимальным для квадратной зоны локализации является вариант размещения антенн в виде квадратной сетки при ориентации зон действия антенн по направлению к центру зоны локализации.

945. Субботин С. А. Быстрый метод выделения обучающих выборок для построения нейросетевых моделей принятия решения по прецедентам / С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 46-51. (№1).

Решена задача формирования обучающих выборок для автоматизации построения нейросетевых моделей по прецедентам. Предложен метод формирования выборок, который автоматически выделяет из исходной выборки обучающую и тестовую выборки, не требуя загрузки всей исходной выборки в память ЭВМ, осуществляя поэкземплярную обработку исходной выборки с хэширующим преобразованием на одномерную ось, формирует эталоны кластеров на обобщенной оси, минимизируя их число, что позволяет повысить скорость формирования выборок, снизить требования к вычислительным ресурсам и памяти ЭВМ и обеспечить приемлемый уровень точности синтезируемых моделей. Разработанный метод не требует многократных проходов по выборке, ограничиваясь всего тремя просмотрами. При этом метод хранит в оперативной памяти только один текущий экземпляр и набор сформированных одномерных эталонов, который минимизирован по объему. В отличие от методов на основе случайного отбора и кластер-анализа предложенный метод автоматически определяет размер формируемых обучающей и тестовой выборок, не требуя участия человека. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, на основе которого решена практическая задача построения модели принятия решений для индивидуального прогнозирования состояния пациента, больного гипертонией.

946. Шама Є. О. Зменшення розмірності ознакового простору рослинних об'єктів за допомогою факторного аналізу / Є. О. Шама // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 16-22. (№2).

У статті показана можливість зменшення кількості інформативних ознак для багатоспектральних даних рослинного походження за допомогою методів факторного аналізу. Для дослідження були використані реальні коефіцієнти відбиття кукурудзи, мишію та амброзії. Перед використанням метода факторного аналізу була виконана процедура перевірки відповідності початкового набору даних до нормального закону розподілу. Факторний аналіз проводився окремо для трьох рослин: кукурудзи, мишію та амброзії. Для кожної рослини встановлені розміри нового простору, а також надана якісна оцінка кореляції між елементами нового і початкового простору даних. Перехід до нового ознакового простору виконувався за умови, що рівень інформативності підтримувався на рівні не менше 80% по відношенню до початкового набору даних. Для кожного виду рослини була проведена процедура перевірки правильності вибору кількості ознак за допомогою розрахунку спільностей. Отримані результати можуть бути використані при побудові класифікатора рослинних об'єктів.

947. Швачич Г. Г. Моделювання швидкісних режимів обробки металу на основі використання високопродуктивних багатопроцесорних обчислювальних систем / Г. Г. Швачич, О. В. Соболенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 23-29. (№2).

Розглянуті особливості розробки і використання багатопроцесорної обчислювальної системи з її математичним і програмним забезпеченням для моделювання режимів термічної обробки металевих заготовок. Мета роботи полягає в розробці моделі для термічної обробки довгомірного сталевих виробу, яка може бути використана для рекристалізації та сфероїдизівного відпалювання каліброваної сталі. Запропоновано застосування сучасних багатопроцесорних обчислювальних комп'ютерних технологій для збільшенні швидкодії та продуктивності обчислень, що дає змогу ефективно керувати технологічними процесами. За допомогою спеціального програмного забезпечення багатопроцесорна система здатна задавати й контролювати необхідні температурні режими на всій площині перерізу зразка при нагріванні й витримці металу, а при необхідності може контролювати тепловий режим обробки сталі в інтервалі температур відпалювання. Багатопроцесорна обчислювальна система із спеціальним програмним забезпеченням містить математичні моделі у вигляді рівняння теплопровідності. Такі рівняння розв'язуються із застосуванням методів розщеплення. Завдяки цьому підходу розв'язок двохвимірального рівняння зводиться до послідовності інтегрування одновимірних рівнянь простішої структури. Застосування числово-аналітичного методу забезпечує використання економічних і стійких алгоритмів розв'язування задач даного типу. Проведено експерименти з дослідження властивостей сталевих заготовок. Результати експериментів дозволяють рекомендувати запропонований підхід до моделювання швидкісних режимів обробки металу для розробки нових технологічних процесів.

948. Шитикова Е. В. Метод управления неопределенностью в условиях ограниченных ресурсов / Е. В. Шитикова, Г. В. Табунщик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – С. 87-95. (№2).

Рассмотрены вопросы надежности и функциональной безопасности газотурбинных установок наземного применения. Проведена формализация ранее разработанных моделей рисков газотурбинных установок наземного применения и их процессов. Предложен метод управления неопределенностью сложных технических систем и их процессов в условиях ограниченных ресурсов, основанный на методе оценки рисков и методе выбора контрмер, что позволяет сформировать область критичных рисков для исследуемой сложной технической системы. Усовершенствован метод выбора контрмер из альтернативных вариантов, основанный на методе анализа иерархий и методе приемлемого риска ALARP, поскольку применение контрмер осуществляется за счет реально имеющихся (ограниченных) ресурсов. Проведена классификация контрмер по времени применения и по объекту воздействия. Выделенные типы послужили критерием сравнения при выборе контрмер из альтернативных вариантов. Создана сводная таблица соотношения контрмер различных типов. Метод выбора контрмер из альтернативных вариантов позволяет сделать вывод в условиях ограниченных ресурсов и дать экономически обоснованную оценку при принятии решения об уровне приемлемого риска. Полученные методы апробированы для оценки рисков процесса испытаний газотурбинных установок наземного применения.

949. Bayas M. M. Development of a coordination method for effective decision-making in a hierarchical multilevel industrial system / M. M. Bayas // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – P. 79-85. (№1).

In modern conditions of manufacturing the ever increasing size of enterprises leads to objective changes in the interdependence of their subordinated structures. The resulting complexity requires modernization of the process management systems. One important direction task in this modernization is the development of effective methods of coordination. Therefore, this article addresses the problem of coordination in decision making among a group of autonomous production units. The object of study is the local decision making process on a dairy plant, which operate with three production lines. The subject of study is the coordination of operations when there is only one packaging machine. The objective of this work is to increase the overall effectiveness index of a system of production units by means of optimal resource allocation and synchronization of operations of technological processes. For effective coordination it is proposed a method that ensures the optimization of processes while considering the particular preferences of each local decision-making unit. For each subordinated decision unit or coordinator, an objective function measures the effectiveness of the subprocesses activities. The coordinator affects the lower-level decision-making so that the performance of the whole system is optimized. It incorporates a hierarchical multilevel system for the management of activities, and the detailed mathematical modeling of the sequencing of operations. The method proposed is based on the theory of fuzzy sets and fuzzy logic. The decision-making process is accomplished by a minimax estimation of the membership functions. The coordinated operations give as result a higher global effectiveness. Additionally, for the comparison of preferences, the normalized criteria of effectiveness based on the technological characteristics of each process are suggested.

950. Evseev S. P. Two-factor authentication methods threats analysis / S. P. Evseev, B. P. Tomashevskyy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – P. 52-59. (№1).

The article considers basic methods of two-factor authentication system constructing on the basis of the use of cryptographic mechanisms to ensure the reliability, of formed authenticators, the risk of various methods of online attacks against a variety of two-factor authentication systems is estimated, as well as a system PassWindow is considered, which provides two-factor authentication on the unique ability of the matrix to transmit information in such a way that it is deciphered only to the imposition of the physical signs of the intended recipient pattern and barcode pattern obtained by digital network devices, resistance to the analysis is provided by a unique barcode card pattern generation as unique statistical images, a sequence of characters, or as more extended in an animated version.

The object of the research is the process of improving the integrity and authenticity of data packets in banking transactions security protocols on the basis of two-factor authentication methods. The subject of the study is methods and algorithms of integrity control and authenticity of data packets in banking transaction security protocols on the basis of two-factor authentication methods.

The aim of the paper is to increase the integrity and authenticity of data packets in banking transactions security protocols, a banking transaction, threat assessment on two-factor authentication methods. A comparative analysis of various systems with two-factor authentication PassWindow system in opposition to various Internet attack scenario is being carried out. An effective method for monitoring a practical two-factor authentication PassWindow system in its application to the banking system.

951. Korol O. G. Enhanced MAC algorithm based on the use of modular transformations / O. G. Korol // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 1 (32)/№ 2(33). – P. 60-67. (№1).

The article considers the choice of cycle functions in the provable persistent key universal hashing scheme, proposed model and method of forming codes of integrity and authenticity of data on the basis of modular transformations, computational complexity reduce algorithm of the hashing schemes implementation using cyclic functions. The object of the research is the process of improving the integrity and authenticity of data packets in security protocols of telecommunication networks. The subject of the study are models, methods and algorithms for monitoring the integrity and authenticity of data packets in security protocols of telecommunication networks. The purpose of the study is to increase the integrity and authenticity of data packets in security protocols of telecommunication networks. The developed enhanced method of forming a cascade MAC differs from the known (algorithm UMAC) using modular hashing on the last stage of the MAC forming that provides high collision properties of strictly universal hashing and safety performance at the level of modern means of demonstrable strength protection. Were obtained estimates of the computational complexity of the formation of the MAC using modular hashing, found, that with comparable rates of resistance the complexity of modular hashing exceeds by 1-2 orders of known schemes based on block symmetric ciphers. However, the use of modular transformations provides provable security and high collision properties of strictly universal hashing.

952. Pupeikis R. Revised fast Fourier Transform / R. Pupeikis // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 1 (32)/№ 2 (33). – P. 68-72. (№1).

The problem of realisation of the Discrete Fourier Transform in on-line is analysed because of non-efficient consuming a time for a new recalculation of spectrum samples if one discrete-time signal sample or even some small portion of samples in period are replaced by new sample or by new samples, respectively. Using Fast Fourier Transform (FFT) procedure it is assumed that some signal samples in the respective period available for processing digitally are updated by a sensor in real time. It is urgent for every new sample that emerges to have a new spectrum. The ordinary recalculation of spectrum samples even with highly efficient Cooley-Tukey FFT algorithm is not suitable due to speedy varying in time real process to be observed. The idea is that FFT procedure should not be recalculated with every new sample, it is needed just to modify it when the new sample emerges and replaces the old one. We retrieve the recursive formulas for FFT algorithms that refer to the spectrum samples modification. In a case of appearing one new sample, the recursive algorithm calculates a new spectrum samples by simple addition of a residual between an old and new samples, multiplied on respective row of Fourier 'code' matrix, to a vector of old spectrum samples. An example of 8-point FFT is presented.

№ 3 (35)/4(35)

953. Алексєєва К. А. Технологія управління комерційним web-ресурсом на основі нечіткої логіки / К. А. Алексєєва, А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 71-79. (№3).

Запропоновано метод управління контентом як етап його життєвого циклу в системах електронної контент-комерції, який ґрунтується на застосуванні нечіткої логіки. Метод управління контентом описує процеси формування комерційних web-ресурсів в системах електронної контент-комерції та спрощує технологію управління контентом. У роботі проаналізовано основні проблеми електронної контент-комерції та функціональних сервісів опрацювання контенту. Запропонований метод дає можливість створити засоби опрацювання web-ресурсів та реалізувати підсистему управління контентом. Завдання управління контентом: формування та ротація оперативних і ретроспективних баз даних; персоналізація роботи користувачів, збереження персональних запитів користувачів і джерел, ведення статистики роботи; забезпечення пошуку в базах даних; генерація вихідних форм; інформаційна взаємодія з іншими базами даних; формування та опрацювання web-ресурсу. Підсистема управління контентом реалізована шляхом його кешування (генерує сторінку один раз; надалі вона завантажується з кешу, який оновлюється автоматично по закінченню деякого терміну або при внесенні змін до певних розділів web-ресурсу, або за командою адміністратора) або інформаційних блоків (збереження блоків на етапі редагування web-ресурсу та збирання сторінки з цих блоків при її запиті користувачем).

954. Василенко О. В. Аналіз програм для моделювання мехатронних систем / О. В. Василенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 80-87. (№3).

Розв'язано задачу розробки методичного забезпечення для моделювання мехатронних систем на структурному і функціональному рівнях абстракції. Об'єктом дослідження був процес моделювання мехатронних систем і систем автоматизованого управління. Предмет дослідження складають програми інжинірингу і автоматизованого проектування технічних систем, універсальні математичні процесори (CAE, CAD і CAS-системи відповідно). Ціль роботи: підвищити ефективність процесу прийняття рішень по вибору оптимального програмного і математичного забезпечення для моделювання мехатронних систем інженерами-електронниками.

Дослідження мехатронних систем дозволили виявити їх особливості як мультидоменних об'єктів, і загальні риси - як підсистем автоматизованого управління, на основі чого сформовані основні вимоги до програм моделювання. Аналіз математичного і програмного забезпечення CAE, CAD і CAS та експерименти по моделінгу й симуляції при каузальному і мультидоменному підходах, дозволили визначити критерії для порівняльного аналізу та сформувані рекомендації по вибору програми для моделювання, оптимальної для досягнення визначених цілей дослідження мехатронних систем. На основі аналізу програм, розроблено універсальну методику моделювання та оптимізації мехатронних систем в циклі їхнього автоматизованого проектування.

955. Горбійчук М. І. Нечітка оптимізація процесу поглиблення глибоких свердловин / М. І. Горбійчук, Т. В. Гуменюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 15-21. (№3).

При бурінні глибоких свердловин на нафту і газ важливе значення має правильний вибір впливів керування - осьового навантаження на долото і частоти його обертання з метою отримання мінімального значення вартості проходки. Вирішення поставленої задачі передбачає створення адекватної математичної моделі процесу поглиблення свердловин та розроблення методів ідентифікації її параметрів. Складність задачі у тому, що процес механічного буріння є стохастичним, нестационарним і таким, що розвивається у часі. Це значно ускладнює визначення традиційними методами ідентифікації цілого ряду параметрів, що впливають на процес руйнування породи. До таких параметрів можна віднести і тривалість спуско-піднімальних операцій, на значення яких впливають не тільки технологічні, технічні, але й суб'єктивні фактори. Для адекватного відтворення невизначеності значення тривалості спуско-піднімальних операцій їх запропоновано розглядати як нечіткі величини з певною функцією належності. Виходячи із цієї передумови, була сформульована задача нечіткої оптимізації процесу поглиблення свердловини і розробили метод її розв'язання. Ефективність розробленого методу підтверджена на конкретних промислових даних.

956. Дорофеев Ю. И. Дескрипторный подход к синтезу ограниченного робастного гарантирующего управления запасами с использованием параметризованной функции Ляпунова / Ю. И. Дорофеев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 87-95. (№4).

Решена задача синтеза робастного гарантирующего управления запасами для сетей поставок с параметрической структурной неопределенностью в условиях действия неизвестного, но ограниченного внешнего спроса и наличия несимметричных ограничений на значения состояний и управлений. Закон управления строится в виде линейной динамической обратной связи по сигналу невязки между наличными и страховыми уровнями запаса ресурсов. Для подавления влияния внешних возмущений, моделирующих изменения спроса, одновременно обеспечением робастной устойчивости замкнутой системы применен метод инвариантных эллипсоидов, который был усовершенствован посредством использования дескрипторного описания системы и построения параметризованной функции Ляпунова, что позволяет уменьшить степень влияния неопределенности значений транспортных запаздываний на результат синтеза управления. С помощью математического аппарата линейных матричных неравенств задача синтеза управления представлена в виде последовательности задач полуопределенного программирования, для решения которых применяются свободно распространяемые специализированные программные пакеты. В рамках предложенной методики возможен выбор оптимальных значений страховых запасов ресурсов, поскольку рассмотренное решение задает, фактически, алгоритмическую зависимость между уровнем страховых запасов и оптимальным значением критерия качества. Рассмотрен численный пример.

957. Жихаревич В. В. Алгоритм розпізнавання символів тексту на основі конкуруючих клітинних автоматів / В. В. Жихаревич, І. В. Миронів, С. Е. Остапов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 39-44. (№4).

В роботі запропоновано новий метод розпізнавання символів тексту, який ґрунтується на концепції конкуруючих клітинних автоматів. Розроблено новий тип клітинних автоматів, траєкторії руху яких співпадають з формою символу, що його представляє автомат. Перевагами такого методу є нечутливість до розміру символів, товщини їх ліній та пропорцій фрагментів, до часткової деформації та перекриття символів за винятком утворення спільних ліній. Для оптимізації ефективності та швидкості розпізнавання запропоновано процес конкуренції клітинних автоматів, розроблено її алгоритми та методи їх взаємодії. Для реалізації запропонованих алгоритмів створено моделюючу програму, яка дозволила оцінити ефективність клітинно-автоматних методів та провести експерименти з розпізнавання символів англійського алфавіту. Продемонстровано успішне розпізнавання частково деформованих символів та таких, що накладаються, не утворюючи спільних ліній. На основі проведених досліджень авторами робиться висновок про перспективність використання запропонованих методів в системах розпізнавання рукописного тексту. Для створення реальної системи необхідно розробити підсистеми взаємодії зі сканувальним обладнанням, принципи сегментації тексту, очищення його від шумів, створення клітинно-автоматного поля та виведення результатів розпізнавання.

958. Зиновкин В. В. Исследование условий сходимости оптимизационного функционала многопараметрического технологического процесса приготовления магнетитовых огнеупорных изделий / В. В. Зиновкин, В. О. Мирный // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 88-95. (№3).

Исследованы условия сходимости оптимизационного функционала многопараметрического технологического процесса приготовления магнетитовых огнеупорных изделий. Показано, что сигналы различной физической природы удобно представить в виде соответствующих совокупностей параметров. Устойчивая работа многопараметрической системы управления достигается путем представления их в виде сомножителей, что позволяет более эффективно реализовать данную методику для решения инженерных задач при оптимизации промышленных линий с множеством параметров, характеризующие как отдельные этапы так и технологический процесс в целом. Поскольку другие их сочетания приводят к существенному расхождению оптимизационного функционала и неопределенностям. На ряду с вышеизложенным необходимо учитывать линейные и не линейные зависимости между анализируемыми параметрами и их совокупностями. Разработаны математическая и компьютерная модели оптимального автоматизированного управления многопараметрическим технологическим процессом приготовления магнетитовых огнеупорных изделий. Результаты моделирования согласуются с полученными на реальной технологической линии в условиях эксплуатации, что подтверждает работоспособность предлагаемой методики.

959. Костіков М. П. Формальна модель словозміни іменників польської мови / М. П. Костіков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 18-21. (№4).

При створенні електронних засобів навчання актуальним питанням є формалізація знань для їх наочного подання та спрощення їх обробки. Формальний опис граматики, зокрема словозміни, наявний у сучасних засобах обробки природної мови, лише фіксує існуючі граматичні форми слів, однак не аналізує процесу їх утворення, що необхідно для цілей вивчення мови.

У статті запропоновано підхід до формалізації словозміни польської мови (на прикладі іменників) шляхом виділення найпростіших перетворень у процесі словозміни. Проведено відбір слів згідно з частотним словником польської мови. Сформовано еталонну таблицю граматичних форм для визначеного набору слів. Описано окремі перетворення при словозміні іменників, і з їх допомогою проведено моделювання процесу утворення слів із еталонної таблиці. Одержані в результаті моделювання ланцюжки перетворень для кожного слова збережено в базі даних.

Отримані ланцюжки дозволяють крок за кроком описати утворення граматичних форм слів. За рахунок цього забезпечується наочність подання процесу словозміни для студентів, що вивчають мову. Крім того, можливий автоматичний підбір слів, у яких відбувається те чи інше граматичне явище, для формування навчальних вправ, прикладів і тестових завдань.

960. Красношлык Н. А. Решение задачи глобальной оптимизации модифицированным алгоритмом летучих мышей / Н. А. Красношлык // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 96-103. (№4).

В работе рассмотрен алгоритм летучих мышей для решения задачи глобальной оптимизации. Данный метаэвристический алгоритм относится к алгоритмам роевого интеллекта, которые интенсивно развиваются в последние годы. Целью работы является усовершенствование алгоритма летучих мышей, исследование эффективности его работы и применение для решения оптимизационных задач. Предложен модифицированный вариант канонического алгоритма, в котором для вычисления скорости движения летучих мышей применена методика алгоритма роя частиц. Проведены вычислительные эксперименты по сравнению точности и скорости сходимости канонического и модифицированного алгоритмов. Установлено, что предложенный вариант алгоритма является более эффективным при нахождении глобального минимума унимодальных и мультимодальных тестовых функций. Исследована зависимость эффективности работы модифицированного алгоритма летучих мышей от задаваемых параметров. В качестве варьируемых параметров выбраны начальные значения громкости и интенсивности звукового сигнала, испускаемого летучими мышами. Модифицированный алгоритм применен для решения практической задачи минимизации стоимости расходных материалов, необходимых для изготовления сосуда высокого давления. Проведено сопоставление полученного решения данной оптимизационной задачи с результатами других авторов, которые применяли как классические, так и популяционные алгоритмы.

961. Кучеренко Е. И. Знание-ориентированные интеллектуальные методы принятия решений в условиях неопределенности / Е. И. Кучеренко, М. В. Ходал
// Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 45-51. (№4).

Рассмотрены проблемы глобального доступа к данным и знаниям компании. Наличие автоматизированных объектов потребовало реализации интеллектуальных технологий, методов и моделей оценки качества их функционирования.

Предложен метод оптимизации доступа к данным, который ориентирован на интеграцию уже существующих локальных данных и предусматривает независимую поддержку и администрирование каждого из них. Метод ориентирован на детерминированные процессы, что ограничивает его применение. Сформулированы особенности методов обработки данных, предложен расширенный знание-ориентированный метод нечеткого вывода TSK. Нечеткий метод TSK, который в отличие от существующих, дополнительно включает в систему уравнений функцию полезности и позволяет осуществлять интеграцию знаний в процедурах нечеткого логического вывода с учетом значимости правил. Экспериментом подтверждена эффективность подхода в знание-ориентированных технологиях.

962. Левин В. И. Интервальная производная и интервально-дифференциальное исчисление / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 22-29. (№3).

Рассмотрена проблема возможного обобщения классического дифференциального исчисления на функции с интервальной неопределенностью параметров. В связи с этим рассмотрены различные виды неопределенности параметров функций и возможные математические подходы изучению таких функций. Подробно изложен аппарат интервальной математики, применяемый для изучения функций с интервальной неопределенностью параметров. Понятие интервальной производной вводится по аналогии с понятием классической производной для полностью определенной функции путем предельного перехода. Доказана теорема существования интервальной производной. Также доказана теорема о представлении интервальной производной через исходную функцию. Введены интервальные производные высших порядков, доказана теорема существования таких производных и теорема, позволяющая представлять производные любого порядка через исходную функцию. Выведено явное выражение интервальной производной любого n -го порядка в виде интервала, нижняя и верхняя граница которого выражаются через аналогичные границы исходной интервальной функции. Приведен пример применения интервальной производной в экономике.

963. Левин В. И. Оптимизация в условиях неопределенности методом детерминизации / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 104-112. (№4).

В статье рассмотрены существующие подходы к оптимизации (оптимальному проектированию) систем в условиях неопределенности. Дана точная постановка задачи условной оптимизации при интервальной неопределенности параметров целевой функции и ограничений. В связи с этим изложены математическая теория сравнения интервалов, включающая точное определение максимального и минимального интервалов, условия существования таких интервалов и алгоритмы их отыскания. Предложена идея решения задачи условной оптимизации при интервальной неопределенности ее параметров. Эта идея основана на правилах математической теории сравнения интервалов, позволяющих заменить сравнение интервалов и выделение максимального и минимального интервала сравнением их нижних и верхних границ. На базе предложенной идеи сформулирован и обоснован метод детерминизации, позволяющий решить задачу условной оптимизации при интервальной неопределенности параметров путем ее сведения к двум полностью определенным задачам оптимизации того же типа. Сформулирована и доказана теорема, определяющая решение задачи условной оптимизации в условиях интервальной неопределенности параметров через решения двух указанных полностью определенных задач оптимизации. Также сформулирована и доказана теорема, определяющая необходимое и достаточное условие существования решения задачи условной оптимизации при интервальной неопределенности. Построен четырехшаговый алгоритм решения задачи условной оптимизации при интервальной неопределенности параметров, который реализует метод детерминизации. Приведен пример работы алгоритма; в качестве решаемой задачи выбрана интервальная задача о назначениях. Проведено сравнение изложенного подхода к решению задач условной оптимизации с неполностью определенными параметрами с другими методами решения таких задач (детерминированный, вероятностный и нечеткий). Указаны достоинства и недостатки различных методов. Подчеркнуто, что предложенный подход позволяет сводить оптимизацию неполностью определенных функций к оптимизации полностью определенных функций строго математически, а не эвристически, как это делается в других известных подходах.

964. Мастиновский Ю. В. Математическая модель нестационарного термоупругого деформирования многослойных демпфирующих покрытий в радиоэлектронной аппаратуре / Ю. В. Мастиновский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 13-17. (№4).

Создание новых многослойных покрытий узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), эффективно демпфирующих действие термомеханических нагрузок ударного типа, требует разработки новых удобных для инженерной практики математических моделей. Предлагаемая в данной работе математическая модель и методика расчета позволяет исследовать прохождение и отражение термоупругих волн в многослойном теле, возбуждаемых нестационарным магнитным полем на границе электропроводящего слоя. Также рассматривается задача оценки относительного влияния объемных сил, вызванных действием магнитного поля в электропроводящем неферромагнитном слое на процесс распространения термоупругих волн в полимерных компаундах. Принимается, что скорость распространения тепла конечна. Вводятся допущения, упрощающие полностью связанную систему магнитотермоупругих уравнений, которые позволяют для получения конкретных результатов применить численное решение с использованием метода характеристик. Указывается способ нахождения искомых величин узловых точках границы раздела слоев. Предлагаемая математическая модель и методика расчета дает возможность, не внося существенных изменений в вычислительную схему, проводить численные эксперименты по исследованию демпфирующих свойств многослойных покрытий с различными геометрическими и механическими параметрами в условиях заданных термомеханических нагружений. Данная методика расчета многослойных разнородных термоупругих конструкций может быть использована для выявления областей, наиболее расположенных к повреждению.

965. Молодецька К. В. Спосіб підтримання заданого рівня попиту акторів соціальних інтернет-сервісів на контент / К. В. Молодецька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 113-117. (№4).

Сучасні соціальні інтернет-сервіси є новітньою віртуальною платформою, яка забезпечує онлайн комунікацію між учасниками відповідних віртуальних спільнот. Популярність соціальних інтернет-сервісів, окрім усіх їх позитивних комунікаційних можливостей, породжує низку потенційних загроз інформаційній безпеці особи, суспільства, держави. Зокрема, особливо небезпечними є загрози, які спрямовуються зловмисниками на маніпулювання суспільною свідомістю. При цьому явища соціальної комунікації, які виникають внаслідок взаємодії акторів, характеризуються непрогнозованістю процесів. Це призводить до виникнення стану некерованого хаосу, який має безпосереднє віддзеркалення в оффлайні. З метою забезпечення керованості такими процесами у статті запропоновано використати концепцію синергетичного управління взаємодією акторів у соціальних інтернет-сервісах. Синергетичне управління, яке синтезується в результаті, забезпечує підвищення стійкості віртуальних спільнот до деструктивних впливів у розрізі управління попитом акторів на контент у соціальних інтернет-сервісах. На основі обраного динамічного інваріанту показано можливість забезпечення протікання у віртуальних спільнотах процесів керованої самоорганізації акторів для переходу системи у керований підконтрольний стан. Обраний у статті аттрактор враховує базові особливості комунікації акторів, такі як зміна в часі цінності контенту та забезпечення досягнення поставленої мети від взаємодії акторів віртуальної спільноти у точці сплеску синергетичного ефекту. У результаті впливу синтезованого синергетичного управління на інваріантному різноманітті реалізується редукція ступенів свободи нелінійної динамічної системи - процесу взаємодії. Як наслідок, спрощується процес штучно-керованого підтримання заданого рівня попиту акторів і забезпечується вдалий старт нових брендів.

966. Москаленко В. В. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для функціонального діагностування на гамма-камері / В. В. Москаленко, А. С. Ришова, А. С. Довбиш // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 52-58. (№4).

Пропонується метод інформаційного синтезу системи підтримки прийняття рішень для радіонуклідної діагностики органів людини при динамічному обстеженні на гамма-камері. Як приклад розглянуто процес діагностування функціонального стану нирок. Розроблено алгоритм сегментації серії сцинтиграм на основі інформаційно-екстремального кластер-аналізу просторово-часових векторів зміни яскравості пікселів та алгоритм інформаційно-екстремального машинного навчання для розпізнавання функціонального стану нирок за ренографічною кривою. Розроблені алгоритми ґрунтуються на адаптивному двійковому кодуванні ознак розпізнавання та оптимізації геометричних параметрів розбиття простору ознак на класи еквівалентності в процесі максимізації інформаційної спроможності системи підтримки прийняття рішень. Запропоновано модифікацію інформаційного критерію ефективності машинного навчання, що є функціоналом від помилки другого роду та першої достовірності. Аналізуються результати роєвої оптимізації вирішальних правил та показано результати автоматичної сегментації сцинтиграфічних даних з метою виділення зон інтересу і автоматичної класифікації ренограм для формування діагностичного висновку. Потужність алфавіту класів функціонального стану нирки становить три класи. Перший клас характеризує нормальний стан без видимих порушень функції нирок. Другий клас характеризує ураження ниркової паренхіми. Третій клас характеризує порушення уродинаміки. Зроблено висновок про достовірність отриманих вирішальних правил.

967. Мочалин А. Е. Оптимизация многоэкстремальных функций большого числа параметров с использованием генетических алгоритмов / А. Е. Мочалин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 59-65. (№4).

Для формально сформулированной задачи оптимизации рассмотрены основные достоинства и недостатки классических методов ее решения. Освещены основные предпосылки появления и история развития аппарата генетических алгоритмов. Проанализировано современное состояние библиографии, посвященной вопросам использования поисковых генетических алгоритмов. Рассмотрены основные идеи и принципы, лежащие в основе работы генетических алгоритмов. Выполнен обзор наиболее часто встречаемых генетических операторов: кроссинговера и мутации. Детально проанализированы базовые этапы работы классического генетического алгоритма. Рассмотрены основные способы кодирования решений в хромосомах, выбора пар особей для скрещивания, а так же представлены некоторые распространенные стратегии отбора. Сформулированы основные достоинства бинарного кодирования решений в хромосомах с применением кода Грея, а так же даны рекомендации по использованию вещественного кодирования решений в различных ситуациях. Описаны два основных класса параллельных генетических алгоритмов: "островов" и "мастер-рабочий". Приведен пример использования генетического алгоритма для оптимизации многоэкстремальной функции, зависящей от большого числа параметров. Представлены экспериментальные данные, подтверждающие преимущества использования графических процессоров для вычислений в параллельных генетических алгоритмах. Изложены рекомендации по целесообразности применения генетических алгоритмов в различных ситуациях.

968. Онуфриенко Л. М. К обоснованию одной математической модели плоского соединения трех волноводов. Часть 1. Е-плоскостная задача / Л. М. Онуфриенко, В. П. Чумаченко, Я. В. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 7-14. (№3).

В статье предложена и обоснована математическая модель сочленения трех волноводов в E -плоскости. Контур соединительной полости рассматриваемого волноводного трансформатора имеет форму произвольного треугольника. Задача рассеяния волноводных мод формулируется в виде краевой задачи для уравнения Гельмгольца с граничными условиями Неймана на стенках узла, условиями излучения в волноводах и условием на ребре. Модель основывается на специальном представлении искомой компоненты поля внутри треугольной области в виде суммы тригонометрических рядов, полученных с помощью метода произведения областей. Предлагается рассматривать блоки матрицы бесконечной системы линейных уравнений, которая возникает в ходе решения задачи, в качестве операторов в пространстве абсолютно сходящихся рядов. Продемонстрировано, что каждый такой оператор, описывающий взаимодействие сторон треугольника, может быть записан в виде суммы вполне непрерывного оператора и оператора сжатия. Показано, что в пространстве последовательностей исследуемая система может интерпретироваться в качестве функционального уравнения с фредгольмовым оператором и что для почти всех значений частотного параметра такое уравнение единственным образом разрешимо в L_2 методом усечения, сходящимся по норме этого пространства.

969. Онуфриенко Л. М. К обоснованию одной математической модели плоского соединения трех волноводов. Часть II. Н-плоскостная задача / Л. М. Онуфриенко, В. П. Чумаченко, Я. В. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 7-12. (№4).

В работе предложена и обоснована математическая модель -плоскостного соединения трех волноводов с произвольно треугольной областью связи. Задача рассеяния волноводных мод формулируется в виде краевой задачи для уравнения Гельмгольца с однородными граничными условиями Дирихле на контуре конфигурации, условиями излучения в волноводах и условием на ребре. Модель основывается на представлении искомой компоненты поля внутри треугольной соединительной полости в виде суммы тригонометрических рядов, полученных на основе метода произведения областей. Для улучшения сходимости используемых рядов скорректирован традиционный для этого метода вид разложения по синусам. Изучены характерные особенности бесконечной системы линейных алгебраических уравнений, возникающей в ходе решения задачи. Показано, что после простой модификации она приводится к эквивалентной системе, которая имеет те же свойства, что и система, которая была исследована в первой части работы при анализе аналогичной -плоскостной структуры. Этот факт позволил интерпретировать систему преобразованных уравнений, как одно функциональное уравнение с фредгольмовым оператором в пространстве последовательностей, где является пространством абсолютно сходящихся рядов, а также доказать, что это уравнение имеет единственное решение, которое может быть найдено методом редукции, сходящимся по норме

970. Субботин С. А. Межстатейные метрики качества для автоматизации анализа научных публикаций / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 22-30. (№4).

Установлено, что недостатком известных метрик качества на уровне статей является то, что они характеризуют свойства отдельных статей без учета их связи с другими публикациями, недостатком метрик на уровне авторов - то, что они не учитывают взаимосвязь публикаций разных авторов, а метрик на уровне журналов - то, что они неприменимы для отдельных статей и для отдельных ученых. Впервые предложен комплекс межстатейных метрик научных публикаций, позволяющих количественно оценивать свойства научных публикаций, содержащий метрики, учитывающие взаимосвязь статей и их лексику, метрики, учитывающие цитируемость и лексику статей, а также метрики на уровне авторов и метрики на уровне журналов, позволяющие устранить недостатки известных метрик. Использование предложенных метрик позволяет автоматизировать анализ и сравнение научных публикаций и периодических изданий.

971. Субботін С. О. Модель та індивідуальні метрики якості наукових публікацій / С. О. Субботін // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 30-39. (№3).

Проаналізовано відомі метрики наукових публікацій. Встановлено, що їх загальним недоліком є оцінювання статей на зовнішньому по відношенню до їхнього вмісту рівню, що не дозволяє явно судити про якість подання матеріалу статті. Метою даної роботи була розробка комплексу показників, які дозволяють характеризувати властивості наукових праць з точки зору їх структури, лексики та форми подання матеріалу, а також бібліографії. Визначено набір метрик, що дозволяють кількісно оцінювати індивідуальні властивості матеріалу і автоматизувати аналіз наукових публікацій. Запропонований набір містить показники статті: потенціал охоплення читачької аудиторії, структурованість, різноманітність географії, мов та видів джерел бібліографії, якість бібліографії, насиченість тексту посиланнями на джерела, число і цитованість рисунків і таблиць, ілюстрованість, обсяг і використання математичного апарату, ефективність аббревіатур, показники лексики статті (відповідність назви тексту, назви та авторської анотації, авторської анотації і тексту, ключових слів і анотації, ключових слів і назви, ключових слів і тексту, ключових і характеристичних слів, анотації та характеристичних слів, назви і характеристичних слів, УДК та лексики статті, опису таблиць та рисунків тексту, відповідності лексики абзаців, назв літературних джерел і тексту), самоцитовання авторами статті, якість авторського колективу, гібридні та інтегральні показники якості статті. Наведено приклади, що підтверджують практичну застосовність запропонованих показників.

972. Узагальнена дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 64-70. (№3).

Вирішено задачу розроблення узагальненої дифузійноподібної моделі процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу в соціокомунікаційному середовищі крупного міста з урахуванням поповнення знань агентів. Об'єктом дослідження є процес передачі знаннєвого потенціалу в освітньому середовищі на рівні шкіл міста. Предметом дослідження є методи та засоби побудови узагальненої дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу. Запропоновано міське освітнє середовище подавати у вигляді мережевого графа, вершини якого зображають осіб (агентів), які навчаються та беруть участь у навчально-виховних та освітніх процесах. Введено поняття знаннєвого потенціалу агентів, що подається як характеристика певної сукупності, суми знань того чи іншого індивіда, накопиченої впродовж відповідного життєвого періоду. Запропоновано оригінальний модельний підхід до інформаційних процесів поширення знаннєвого потенціалу, який базується фізичних аналогіях, а саме явищі дифузії. Узагальнено математичну дифузійноподібну модель процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка), а також між агентами різних кліків в межах шкільного освітнього рівня міста. Показано вплив бібліотек на поповнення знаннєвого потенціалу агентів в межах кліка та представлені результати чисельних експериментів.

973. Чопоров С. В. Метод фоновой сетки для триангуляции двуменных областей при функциональном подходе / С. В. Чопоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 31-38. (№4).

В статье рассмотрена проблема построения дискретных моделей на базе треугольных элементов для геометрических областей сложной формы. Для представления геометрических областей используется функциональный подход на базе теории R-функций В. Л. Рвачева. В основе функционального подхода лежит использование неявных функций и логических операций над ними. Использование функционального подхода требует учета его особенностей при построении дискретных моделей. При таком подходе для определения принадлежности точки области необходимо вычислить значение функции в этой точке. Поэтому использование классических методов триангуляции, основанных на использовании множества опорных узлов, менее эффективно. При использовании методов на основе фоновой сетки элементы строятся непосредственно в геометрической области. Внутренние элементы фоновой сетки формируют начальную сетку, затем производится адаптация к границам области. Полученные сетки после сглаживания будут близкими к равномерным при использовании структурированных сеток в качестве фоновых.

974. Шкарупило В. В. Devs-орієнтована методика валідації композитних веб-сервісів / В. В. Шкарупило, Р. К. Кудерметов, О. В. Польська // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 79-86. (№4).

Запропоновано методику валідації композитних веб-сервісів за рахунок синтезу імітаційних дискретно-подійних моделей на основі формалізму DEVS. Це дозволяє виконувати автоматизовану перевірку придатності таких систем до цільового використання при проектуванні шляхом імітаційного моделювання. В якості вхідних даних використано формальну специфікацію на основі темпоральної логіки TLA, що дозволяє математично строго представляти функціональні характеристики композитних сервісів у форматі обчислювальних процесів. За аналітичну модель в основі TLA-специфікації взято структуру Кріпке. У межах методики запропоновано правила синтезу із вихідної TLA-специфікації DEVS-моделі композитного сервісу, призначеної бути засобом валідації. Результуюча DEVS-модель складається із моделей атомарних сервісів, моделі клієнта композитного сервісу та моделі координатора атомарних сервісів, що функціонує згідно специфікації WS-BPEL.

Для перевірки методики проведено експериментальні дослідження, що підтвердили адекватність результуючої DEVS-моделі. Перевірку здійснено згідно запропонованого підходу, що полягає у порівнянні результатів валідації шляхом імітаційного моделювання із результатами валідації шляхом тестування. За результатами проведених досліджень обґрунтовано доцільність використання запропонованої методики при проектуванні композитних сервісів, що базується на зменшенні часових витрат на валідацію. Наголошено на доречності використання методики при ітераційній розробці.

975. Эль-Хабиб С. А. Компьютерная система сегментации медицинских изображений методом муравьиных колоний / С. А. Эль-Хабиб, Ю. А. Скобцов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – С. 49-57. (№3).

Сегментация изображений является одной из самых важных и сложных задач низкоуровневого анализа изображений. Поскольку это один из первых этапов распознавания изображений, то последующие шаги, такие как выделение сущностей, классификация и распознавание, в значительной степени зависят от его результатов. Поэтому сегментация изображений является предметом интенсивных исследований.

Методов сегментации разработано большое число, но каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками. Перспективными для исследований представляются новые методы сегментации, основанные на методах роевого интеллекта (муравьиные и роевые алгоритмы, алгоритмы стаи рыб, алгоритмы оптимизации передвижением бактерий и т.п.). Данные алгоритмы основаны на идее моделирования поведения множества агентов, поведение которых исходит из природы, из биологических систем.

В представленной работе выполнены реализация и анализ смешанного алгоритма сегментации К-средних и муравьиных колоний, а также реализована программная система для визуализации и апробации разработанного алгоритма. Проведено тестирование разработанного алгоритма на общедоступных бенчмарках (использован бенчмарк Беркли).

Получены выходные обработанные изображения, а также значения эвристических коэффициентов разработанного алгоритма. Результаты обработки сравнены с результатами, полученными при обработке системой Osiris.

976. Amanatidis D. Image contour segmentation in hardware / D. Amanatidis, M. Dossis, I. Androulidakis // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – Р. 66-71. (№4).

The use of Behavioural Synthesis for hardware generation of a contour-based image segmentation method is considered. The segmentation method chosen, is a well-known, state-of-the-art, robust, efficient and fast-converging one, that combines functionals depending on the curve geometry and image properties in a level-set framework. The cost function sought to be minimized, is formulated as a weighted sum of three integral measures; a robust alignment term that leads the evolving surface to the edges of the desired object, a minimal variance term that measures the homogeneity inside and outside the object, and a geodesic active surface term that is used mainly for regularization. The algorithm is initially implemented in MatLab and ADA and subsequently, it is ported to our Behavioural Synthesis tool, the CCC HLS framework, which is capable of delivering correct-by-construction RTL VHDL implementations of computation-intensive applications. This way, behavioural ADA specifications are transformed into RTL micro-architectures which then can be easily implemented by commercial RTL synthesizers.

977. Development and investigation of the key stream generators on the base of cellular automata / O. D. Val', V. V. Zhikharevich, R. I. Ovchar, S. E. Ostapov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – P. 58-63. (№3).

This paper presents the development and investigations of the binary key stream generators statistical characteristics. Developed generators based on the elementary rules of cells interaction: simple, modified and combined classical rules. We believe that elementary rules "30", "86", "135", "149" are most promising from statistical point of view. Modifications were consist of combining of array bits before outputting and combining various elementary rules of automaton cells interaction. It was developed a new simple interaction rule, based on the logical operation XOR. The investigation of statistical properties was performed using NIST STS v1.8. All designed generators showed good statistical characteristics, which indicates their satisfactory crypto resistance. In addition we've investigated the developed generators linear complexity using Berlekamp-Massey algorithm. Obtained results shows the high values of linear complexity (about half of the cellular automaton length), which is typical for such structures type. On the base of the developed generator with own cells interaction rule has developed a system for secure communication of audio, text and file information. The statistical investigations of encrypted file showed that it satisfies all the NIST STS requirements.

978. Romanuke V. V. Parametrization of the optical flow car tracker within MATLAB Computer Vision System Toolbox for visual statistical surveillance of one-direction road traffic / V. V. Romanuke // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – P. 40-48. (№3).

A computer vision problem is considered. The prototype is the optical flow car tracker within MATLAB Computer Vision System Toolbox, tracking cars in one-direction road traffic. For adapting the tracker to work with other problems of moving cars stationary-camera-detection, having different properties (video length, resolution, velocity of those cars, camera disposition, prospect), it is parametrized. Altogether there are 19 parameters in the created MATLAB function, fulfilling the tracking. Eight of them are influential regarding the tracking results. Thus, these influential parameters are ranked into a nonstrict order by the testing-experience-based criterion, where other videos are used. The preference means that the parameter shall be varied above all the rest to the right side of the ranking order. The scope of the developed MATLAB tool is unbounded when objects of interest move near-perpendicularly and camera is stationary. For cases when camera is vibrating or unfixed, the parametrized tracker can fit itself if vibrations are not wide. Under those restrictions, the tracker is effective for visual statistical surveillance of one-direction road traffic.

979. Skobtsov Y. A. Test generation and simulation for crosstalk faults / Y. A. Skobtsov, V. Y. Skobtsov, A. A. Shaluto // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 3 (34)/№ 4 (35). – P. 72-78. (№4).

The main models of crosstalk faults are defined: 1) induced positive and negative pulses, 2) induced delays. The purpose of the work is to increase the effectiveness of the methods of constructing checking tests for digital systems based on an evolutionary approach and models of non-const fault. Formalized statement of the problem of test generation for a single crosstalk faults-induced pulses and delays. It is shown that this problem is reduced to solving a system of logic equations in the multi-valued alphabet. The 8-valued alphabet and multi-valued functions for basic gates are defined. Simulation method was developed in the 8-valued alphabet for crosstalk faults. On this basis, the genetic algorithm is proposed for test generation of single cross-faults. The test generation problem for fault-induced delay is formalized. A genetic algorithm of test generation for fault-induced is proposed. Developed algorithms and software for test generation for crosstalk faults, which improve the quality of test generation by using evolutionary techniques. The approbation of the developed methods is implemented at circuits of international catalogs ISCAS85, ISCAS89, which showed an increase in the completeness of tests by 15%.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2016

№ 1

980. Бабаков Р. М. Промежуточная алгебра переходов в микропрограммном автомате / Р. М. Бабаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 1 (36). – С. 64-73.

Решена задача формализации задания микропрограммного автомата, в структуре которого часть автоматных переходов реализуется неканоническим способом. Предложен новый подход к организации функции переходов микропрограммного автомата, в соответствии с которым функция переходов представляется в виде семейства частичных функций, каждая из которых определена лишь на части области определения функции переходов автомата и соответствует некоторому подмножеству автоматных переходов.

С учетом предложенного подхода традиционное представление автомата в виде многоосновной алгебры претерпевает ряд изменений. Во-первых, взаимная независимость функций переходов и выходов, образующих сигнатуру алгебры, позволяет рассматривать их отдельно друг от друга, что приводит к представлению автомата в виде двух алгебр: алгебры переходов, сигнатура которой содержит только функцию переходов, и алгебры выходов, сигнатура которой содержит только функцию выходов. Во-вторых, представление функции переходов в виде множества частичных функций приводит к замене алгебры переходов множеством подалгебр переходов, в каждой из которых сигнатура образована частичной функцией переходов.

На примере микропрограммного автомата со счетчиком показано, что закон преобразования кодов состояний в рамках некоторого подмножества переходов может быть задан некоторой алгебраической функцией (операцией переходов), использующей скалярную интерпретацию кодов состояний структурного автомата. Скалярную интерпретацию кодов состояний совместно с операцией переходов предлагается представлять в виде т.н. промежуточной алгебры переходов, изоморфной соответствующим подалгебрам переходов абстрактного и эквивалентного ему структурного автоматов.

981. Бісікало О. В. Виявлення ключових слів на основі методу контент-моніторингу україномовних текстів / О. В. Бісікало, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 1 (36). – С. 74-83.

Вирішено завдання розробки алгоритмічного забезпечення процесів контент-моніторингу для розв'язання задачі визначення ключових слів україномовного тексту. Розглянуто формальне обґрунтування методу контент-моніторингу тексту за допомогою стеммера Портера, в основу модифікації стемінгу покладено відомі результати класифікації морфемної і словотвірної структури дериватів української мови, виявлення закономірностей комбінаторики афіксів, моделювання структурної організації дієслів і суфіксальних іменників, а також морфологічних модифікацій у процесі словозміни дієслова та словозміні і словотворенні прикметників української мови. Проведено декомпозицію методу та розроблено алгоритмічне забезпечення його основних структурних складових за результатами контент-аналізу тексту. Теоретично виявлено способи покращення показників ефективності пошуку ключових слів, зокрема щільності ключовиків у тексті. На основі розробленого програмного забезпечення отримано результати експериментальної апробації запропонованого методу контент-моніторингу для визначення ключових слів в наукових текстах технічного профілю. Виявлено, що для обраної експериментальної бази зі 100 робіт найкращих результатів за критерієм щільності досягає метод аналізу статті без початкової обов'язкової інформації і без списку літератури, але із перевіркою уточнених заблокованих слів та уточненого тематичного словника.

982. Гурко А. Г. Повышение точности оценки состояния динамических объектов комплексом matlab-arduino при проектировании кибер-физических систем / А. Г. Гурко, А. П. Плахтеев, П. А. Плахтеев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 84-91.

Решена задача повышения эффективности взаимодействия MATLAB и Arduino при проектировании кибер-физических систем путем внесения изменений в реализацию стандартного протокола обмена со стороны Arduino. Предложено при запросе MATLAB на чтение данных с первого аналогового порта Arduino выполнять аналогово-цифровое преобразование данных со всех требуемых аналоговых портов с дальнейшей последовательной передачей полученных данных в MATLAB, что позволяет повысить качество управления динамическими процессами за счет уменьшения области неопределенности состояния многомерной быстродействующей системы управления. Кроме того, предложено функции предварительной обработки показаний датчиков выполнять средствами Arduino, что повышает гибкость кибер-физической системы за счет возможности изменения аппаратного обеспечения без изменения программного кода и протокола обмена MATLAB. Формальное описание взаимодействия MATLAB и Arduino позволяет реализовать протокол обмена с использованием беспроводных интерфейсов, микропроцессорных устройств и платформ, не совместимых с Arduino.

983. Зінченко М. В. Ширококутові розсіювачі в задачах нелінійної радіолокації / М. В. Зінченко, Ю. Ф. Зінковський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 15-21.

Вирішено завдання впровадження єдиного імітатора нелінійного розсіювача для визначення показників призначення нелінійних радіолокаторів. Показано, що для об'єктивного порівняння нелінійних радіолокаторів за показниками призначення у реальних умовах необхідно враховувати вплив на розсіюваний нелінійним об'єктом сигнал випромінювань вузькосмугових сторонніх джерел та відгуків структур "метал-окисел-метал". Штатні імітатори розсіювачів, що входять до комплекту нелінійних радіолокаторів, не можна використовувати у якості еталонних, оскільки вони є резонансними. Запропоновано використовувати імітатор нелінійного розсіювача на базі двозаходової плоскої спіральної антени з узгодженим нелінійним навантаженням, оскільки за рахунок ширококутності та еліптичної поляризації матимемо ефективне поглинання енергії зондуємого сигналу з подальшим перевипромінюванням вагомим за рівнем нелінійних продуктів у порівнянні з випромінюваннями вузькосмугових сторонніх джерел та спектральних складових відгуків структур "метал-окисел-метал". Проведені у "польових" умовах експериментальні дослідження підтвердили вказані переваги запропонованого імітатора над штатними калібрувальними розсіювачами. Вимірювання для нелінійних радіолокаторів максимальної відстані виявлення вибірки імітаторів на базі двозаходової плоскої спіральної антени з узгодженим нелінійним навантаженням показали високу відтворюваність параметрів розсіювачів, що дозволяє використовувати їх у якості еталонів.

984. Кучеренко Е. И. Нечеткое разбиение объектов на основе критериев плотности / Е. И. Кучеренко, И. С. Глушенкова, С. А. Глушенков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 32-39.

Решена задача разбиения по критериям плотности в нечетком пространстве состояний при пересечении признаков. Объектом исследования являлись процессы разбиения заданной выборки объектов на подмножества. Предмет исследования составляют методы и алгоритмы нечеткого разбиения объектов на основе критериев плотности в сложных системах. Цель работы: развитие метода горной кластеризации Ягера-Филева на основе нечетких представлений для повышения эффективности решений. Предложен нечеткий метод разбиения, основанный на вычислении плотности распределения интегральных признаков объектов в нечетком пространстве состояний, который, в отличие от существующих, дополнительно функционирует в нечетком пространстве состояний и признаков. Описаны и обоснованы этапы метода нечеткого разбиения признаков с использованием нечеткого расстояния Хемминга. Была создана программа моделирования плотности распределения признаков на основе разработанного метода. Выполнен эксперимент по определению принадлежности объекта при пересечении областей нечеткого распределения признаков и предоставление результатов в виде логического вывода и графического материала. Результаты эксперимента позволяют рекомендовать предложенный метод для использования на практике. Перспективой дальнейших исследований является исследование и алгоритмизация метода, его адаптация в пространстве признаков предметных областей.

985. Олійник А. О. Видобування продукційних правил на основі негативного відбору / А. О. Олійник // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 40-49.

Вирішено завдання розробки математичного забезпечення для автоматизації видобування набору знань у вигляді продукційних правил з навчальних вибірок даних. Об'єктом дослідження є процес побудови моделей неруйнівного контролю якості. Предмет дослідження становлять методи видобування продукційних правил на основі негативного відбору для синтезу моделей контролю якості. Мета роботи: створення методу синтезу продукційних правил на основі негативного відбору, що полягає в обробці даних навчальної вибірки, яка характеризується істотною відмінністю кількості екземплярів, що відносяться до різних класів. Запропоновано метод синтезу продукційних правил на основі негативного відбору для випадку нерівномірного розподілу екземплярів класів вибірки, який при генерації набору детекторів використовує відому інформацію про екземпляри всіх класів вибірки, враховує інформацію про індивідуальну значущість ознак, як форму детектора використовує гіперкуб максимально можливого об'єму. Розроблений метод дозволяє виключати малозначущі і надлишкові ознаки з вибірки, скоротивши тим самим простір пошуку і час виконання методу, а також формувати набір детекторів з високими апроксимаційними й узагальнюючими здібностями. Запропонований метод за рахунок підвищення узагальнюючих властивостей синтезованих моделей шляхом скорочення числа детекторів і умов антецедентів також підвищує інтерпретабельність моделі, скорочує її розмірність (структурну і параметричну складність), обсяг використовуваної пам'яті і підвищує швидкодію моделі при послідовній реалізації обчислень. Проведено експерименти з дослідження властивостей запропонованого методу. Результати експериментів дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці.

986. Субботин С. А. Синтез нейро-нечетких сетей с ранжированием и специфическим кодированием признаков для диагностики и автоматической классификации по прецедентам / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 50-57.

Решена задача автоматизации синтеза нейро-нечетких сетей для диагностирования и автоматической классификации по признакам. Предложен метод синтеза нейро-нечетких моделей по прецедентам, который определяет оценки взаимосвязи входных признаков, выделяет взаимосвязанные признаки, оценивает влияние признаков на выходной признак, а также выявляет взаимосвязанные термы, включает в модель наиболее важные признаки и термы, устраняет дублиаж термов и признаков, использует различные варианты кодирования сигналов, а также переупорядочивает признаки, обеспечивая группировку признаков, формирует правила для прецедентов ранее не встречавшихся классов или существенно отличающихся от имеющихся правил своего класса, а уже имеющиеся правила корректирует на основе поступающих прецедентов с учетом числа ранее рассмотренных наблюдений. Предложенный метод позволяет существенно ускорить синтез нейро-нечетких моделей, обеспечивая приемлемую точность и более высокий уровень обобщения данных, снизить сложность и избыточность, атак же повысить интерпретируемость нейромоделей. Проведены эксперименты по решению практических задач диагностирования и автоматической классификации, подтвердившие работоспособность и применимость предложенного метода. Получена зависимость ошибки модели, синтезированной предложенным методом, от заданной разрядности признаков. Использование полученной зависимости позволяет на практике более рационально выбирать значение числа интервалов разбиения диапазонов значений признаков, обеспечивая приемлемую точность нейромоделей.

987. Трухан С. В. Методика аналізу екстремальних даних та її використання при оцінюванні параметрів узагальнених лінійних моделей / С. В. Трухан, П. І. Бідюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 22-31.

Запропонована методика аналізу екстремальних значень з метою її застосування при оцінюванні невідомих параметрів узагальнених лінійних моделей. В якості математичного апарату використано теорію екстремальних значень, яка є одним із розділів математичної статистики та пов'язана з дослідженням відхилень екстремальних значень від медіани у ймовірнісних розподілах. Також розглянуто методи наближення експериментальних даних до класу узагальнених екстремальних розподілів, методи оцінювання невідомих параметрів та вибору оптимального порогу для екстремальних значень. На основі фактичних статистичних даних із галузі страхування та запропонованого підходу побудовано моделі обробки екстремальних значень для подальшого застосування при оцінюванні прогнозних моделей. Прийнятним для подальшого використання виявилась модель з наближенням даних за допомогою узагальненого розподілу Парето. Це підтверджується незначною похибкою та максимальним наближенням емпіричної кривої до теоретичної функції щільності розподілу. Порівняння результатів оцінювання невідомих параметрів моделі за допомогою методу максимальної правдоподібності та байєсівського підходу показало, що байєсівські методи оцінювання є ефективним підґрунтям для розв'язання задачі вибору кращої моделі на основі множини отриманих альтернатив та значень апріорних параметрів. Можливість використання результатів застосування моделей екстремальних значень при побудові прогнозних узагальнених лінійних моделей є підставою для подальшого дослідження.

988. Фазылов Ш. Х. Построение распознающих операторов в условиях взаимосвязанности признаков / Ш. Х. Фазылов, Н. М. Мирзаев, О. Н. Мирзаев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 58-63.

Рассмотрена задача распознавания образов, заданных в пространстве взаимосвязанных признаков. Предложен новый подход к построению модели распознающих операторов, учитывающий взаимосвязанность заданных признаков. При этом построение модели осуществлено для распознающих операторов типа потенциальных функций. Основная идея предлагаемого подхода заключается в формировании независимых подмножеств взаимосвязанных признаков и выделении предпочтительной модели зависимости для каждого подмножества сильносвязанных признаков. Анализ полученных результатов показывает, что рассмотренные распознающие операторы используются в тех случаях, когда между признаками объектов, принадлежащих к одному и тому же классу, существует некоторая зависимость. При слабом выражении этой зависимости используется классическая модель распознающих операторов. Основным преимуществом предложенных распознающих операторов является улучшение точности и значительное сокращение объема вычислительных операций при распознавании неизвестных объектов, что позволяет применить их при построении распознающих систем, работающих в режиме реального времени.

989. Хацько Н. Е. Решение терминальной задачи управления с использованием информации инерциального блока / Н. Е. Хацько // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – С. 101-107.

Рассматривается задача терминального управления летательным аппаратом по информации бесплатформенной инерциальной навигационной системы, в которой за заданное время требуется перевести аппарат в заданное пространственное положение с требуемым значением вектора конечной скорости. Построено программное управление для невозмущенного движения летательного аппарата. Синтезировано управление летательного аппарата по текущему значению его вектора состояния, определенного инерциальным навигационным блоком. Получены выражения для оценки точности попадания в конечную точку с учетом ошибки акселерометра. Проанализирована точность выведения летательного аппарата в конечную точку замкнутой системой управления при использовании информации от инерциальных датчиков с известным уровнем ошибок.

На примере упрощенной модели проведены компьютерное моделирование движения летательного аппарата и анализ точности приведения вектора состояния в заданную конечную точку в зависимости от уровня внешних возмущений и погрешности входной информации. Проведены эксперименты, позволяющие выявить влияние численного значения глубины прогноза, использованного в синтезе управления по методу преследования ведущей точки, на точность решения терминальной задачи. Сформулированы рекомендации для проектирования алгоритмов автоматического управления движением в комплексе с проектированием информационно-измерительной системы.

990. Borulko V. F. Minimum-duration filtering / V. F. Borulko, S. M. Vovk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – Р. 7-14.

Myriad filtering and meridian filtering are known as robust methods of signal processing. The theory of these methods is based on the generalized Cauchy distribution and maximum-likelihood criterion. Based on the "Principle of Minimum Duration", we present an alternative approach to justify and generalize the myriad and meridian filtering methods. The proposed approach shows that the myriad and meridian filtering methods are special cases of the minimum-duration filtering methods derived from a concept of "signal quasi-duration". Mathematically, this concept is implemented through the concept of a functional (i.e., a function of a function) by using the proposed set of cost functions. On this foundation, a "superfamily" of quasi-duration functional is built, and a general class of minimum-duration filtering methods which depends on the three free-adjustable parameters is introduced. The numerical simulations are performed to compare the proposed and conventional methods for the problem of filtering a constant signal which is distorted by a mixture of Cauchy, Laplacian and Gaussian noise.

991. Lukac M. Evaluation of component algorithms in an algorithm selection approach for semantic segmentation based on high-level information feedback / M. Lukac, K. Abdiyeva, M. Kameyama // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 1 (36). – P. 92-100.

In this paper we discuss certain theoretical properties of the algorithm selection approach to the problem of semantic segmentation in computer vision. High quality algorithm selection is possible only if each algorithm's suitability is well known because only then the algorithm selection result can improve the best possible result given by a single algorithm. We show that an algorithm's evaluation score depends on final task; i.e. to properly evaluate an algorithm and to determine its suitability, only well formulated tasks must be used. When algorithm suitability is well known, the algorithm can be efficiently used for a task by applying it in the most favorable environmental conditions determined during the evaluation. The task dependent evaluation is demonstrated on segmentation and object recognition. Additionally, we also discuss the importance of high level symbolic knowledge in the selection process. The importance of this symbolic hypothesis is demonstrated on a set of learning experiments with a Bayesian Network, a SVM and with statistics obtained during algorithm selector training. We show that task dependent evaluation is required to allow efficient algorithm selection. We show that using symbolic preferences of algorithms, the accuracy of algorithm selection can be improved by 10 to 15% and the symbolic segmentation quality can be improved by up to 5% when compared with the best available algorithm.

№ 2

992. Бісікало О. В. Оцінка невизначеності вимірювання сенсу природно-мовних конструкцій / О. В. Бісікало, О. М. Васілевський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – С. 29-39.

Вирішено завдання оцінки невизначеності вимірювання сенсу природно-мовних конструкцій (ПМК) на основі формалізації понять мовного образу, штучної когнітивної системи та одиниці сенсу. В основу моделі бази знань штучної когнітивної системи закладено статистичну інформацію про асоціативну сполучуваність мовних образів, що надає підстави для уніфікованої оцінки одиниці та кількості сенсу ПМК. Запропоновано метод вимірювання сенсу ПМК на основі нечіткого відношення сенсу, який забезпечує врахування інформації про зв'язки між лемами тексту, що дозволяє отримати оцінку двох типів невизначеності вимірювання ознак сенсу. Отримано та інтерпретовано формальні оцінки невизначеності результатів вимірювання сенсу ПМК, що дозволяє врахувати інформацію про зв'язки між лемами для розв'язання прикладних задач комп'ютерної лінгвістики.

За допомогою розробленого на основі пакету DKPro Core програмного забезпечення проведено експерименти з дослідження запропонованого методу в задачі виявлення інформативних ознак тексту. В результаті проведених експериментів отримано залежності параметрів виявленого Парето-подібного закону розподілу зв'язків між лемами, аналіз яких дозволяє вважати показник середньої кількості зв'язків мовного образу найбільш інформативною чисельною ознакою тексту.

993. Бодянський Є. В. Еволюційна каскадна система на основі нейро-фаззи вузлів / Є. В. Бодянський, О. К. Тищенко, О. О. Бойко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 40-45.

У статті запропоновано еволюційну каскадну систему обчислювального інтелекту на основі нейро-фаззи вузлів, а також алгоритми її навчання. Запропонована система в процесі навчання налаштовує не тільки свої параметри, але й архітектуру в online режимі. У якості вузлів еволюційної каскадної системи запропоновано використовувати нейро-фаззи системи. Для налаштування параметрів функцій належності нейро-фаззи вузлів запропоновано алгоритм, що ґрунтується на використанні градієнтної процедури мінімізації критерію навчання. У процесі навчання нейро-фаззи вузлів налаштовуються синаптичні ваги, центри і параметри ширини функцій належності нейро-фаззи вузлів. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропоновану архітектуру еволюційної каскадної нейро-фаззи системи. Проведено ряд експериментів з дослідження властивостей запропонованої системи. Результати експериментів підтвердили те, що запропоновану систему можна використовувати для розв'язання широкого кола задач інтелектуального аналізу даних, при цьому обробка даних відбувається в online режимі. Система характеризується простотою чисельної реалізації, а процес обробки даних може бути пришвидшено завдяки можливості паралельного налаштування вузлів еволюційної каскадної системи. Характерною особливістю запропонованої системи є те, що для її налаштування не потрібний великий об'єм навчальної вибірки.

994. Гальченко А. В. Модифікація алгоритму заперечуваного шифрування Менга / А. В. Гальченко, Г. Л. Козіна // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 77-86.

В статті обговорюється проблема стійкості сучасних криптографічних систем до атак на основі примушування стосовно абонентів криптографічних систем. У зв'язку зі стрімким розвитком галузі інформаційних технологій ця проблема є актуальною в сфері інформаційної безпеки. Для вирішення проблеми стійкості сучасних криптографічних систем авторами запропоновано використання алгоритмів заперечуваного шифрування, які гарантують, що зломисник не має змоги отримати будь-яку цінну інформацію від абонентів. Вирішення проблеми полягає у використанні алгоритму заперечуваного шифрування Менга, який гарантує захист не лише інформації, а й самих учасників обміну.

Основна мета статті полягає у виконанні модифікації первісного алгоритму заперечуваного шифрування Менга шляхом використання протоколу "непомітної" передачі ОТ 1/n використання якого запропоновано Моні Наором. Застосування протоколу "непомітної" передачі ОТ 1/n дозволяє суттєво скоротити час, необхідний для виконання алгоритму заперечуваного шифрування Менга, таспроцує його реалізацію для вирішення прикладних завдань в сфері інформаційної безпеки.

За результатами експериментів авторами статті було підтверджено, що використання протоколу "непомітної" передачі ОТ 1/n є ефективним вирішенням проблеми генерації і розподілу ключів в алгоритмі заперечуваного шифрування Менга.

995. Гороховатский В. А. Систематизация пространства структурных признаков на основе методов самообучения в целях результативного распознавания изображений / В. А. Гороховатский, А. Е. Берестовский, Е. О. Передрий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 87-94.

Работа посвящена исследованию вопросов кластеризации для множеств характерных признаков изображений. Для построения массива характерных признаков использован метод 'Speeded Up Robust Features'. Реализованы алгоритмы кластеризации структурных описаний изображений на основе самоорганизующейся нейронной сети Кохонена и метода разностного группирования. Объектом исследования есть методы кластеризации применительно к множествам структурных признаков. Целью работы является построение векторных представлений описаний на основе кластеризации, что повышает быстродействие распознавания. Предметом исследования является систематизация множеств структурных признаков визуальных объектов.

Обсуждаются результаты применения методов кластеризации для структурных описаний изображений в виде множеств характерных признаков с целью повышения быстродействия распознавания визуальных объектов. Для систематизации и сжатия пространства признаков предложено осуществить самообучение с применением методов разностного группирования и сетей Кохонена.

Проведено моделирование и экспериментальные исследования методов кластеризации на примерах конкретных множеств характерных признаков. Результаты исследований доказывают возможность эффективного представления описаний в виде вектора с целочисленными элементами. Данный подход может использоваться для решения задач распознавания и поиска изображений.

В результате построено компактное векторное описание эталонов, получены количественные оценки ошибки кластеризации, подтверждена работоспособность методов для прикладной базы изображений.

996. Дичка І. А. Модифікований віконний метод однократного множення точки еліптичної кривої на скаляр у полі $GF(p)$ / І. А. Дичка, М. В. Онай, Т. П. Дрозда // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 95-102.

При реалізації багатьох криптографічних додатків виникає потреба у швидких алгоритмах множення точки еліптичної кривої на число. У даній статті запропоновано модифікований віконний метод однократного множення точки еліптичної кривої на скаляр у полі $GF(p)$. Об'єктом дослідження є процеси виконання операцій у еліптичних криптосистемах. Предметом дослідження є методи та алгоритми виконання операцій однократного множення точки еліптичної кривої на число у полі $GF(p)$. Метою даного дослідження є розроблення та оптимізація методів і алгоритмів виконання операції множення точки еліптичної кривої на скаляр у полі $GF(p)$ для поліпшення часових характеристик. Існуючі та запропоновані алгоритми реалізовані на мові програмування C# у середовищі розробки Visual Studio 2013. У даній статті проведено дослідження існуючих алгоритмів скалярного множення точки еліптичної кривої та розроблено три модифікації LR-алгоритму віконного методу і узагальнену модифікацію. Експериментальні дослідження реалізованих алгоритмів проводились згідно запропонованої нами методики, яка дозволяє нівелювати вплив на результати дослідження множника та точки еліптичної кривої. Проведене експериментальне дослідження віконних методів та їх модифікацій показало збільшення швидкодії роботи модифікованих алгоритмів у порівнянні з існуючими в середньому на 13%.

997. Лахно В. А. Модель интеллектуальной системы управления городскими автобусными перевозками / В. А. Лахно // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 119-127.

Решена задача разработки математического обеспечения для интеллектуальной системы управления городскими автобусными перевозками. Объектом исследования является автоматизация процесса принятия решений интеллектуальными системами управления городскими транспортными потоками. Предмет исследования составляют модели диспетчерского управления транспортными потоками автобусных маршрутов. Цель работы: совершенствование моделей для интеллектуальных транспортных систем управляющих городскими потоками автобусов и маршрутных такси. Разработана модель для интеллектуальной транспортной системы управления с учетом влияния наиболее значимых факторов на график движения автобусов по маршруту. Модель позволяет оперативно оценивать влияние возмущающих действий на движение подвижной единицы, в частности, переполнение пассажирами автобусов на маршруте, их сход с линии, отклонение от расписания и др., на показатели качества обслуживания, а также, оптимизировать расписание движения. В качестве критерия оптимизации предложен показатель минимума времени ожидания пассажирами автобусов и маршрутных такси на остановках.

В ходе экспериментов проверена адекватность разработанной модели, которая оценивалась методом однофакторного дисперсионного анализа и полнофакторного эксперимента в реальных городских условиях. Результаты экспериментов позволяют рекомендовать предложенную модель для практического использования в интеллектуальных транспортных системах управления городскими автобусными маршрутами.

998. Левин В. И. Расчет и анализ поведения неполностью определенных функций методом детерминизации / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 46-55.

Рассмотрены существующие подходы к расчету, анализу, синтезу и оптимизации систем в условиях неопределенности. Исследование неопределенных систем формулируется в виде задач расчета, анализа и синтеза различных функций с недетерминированными параметрами, служащих соответствующими характеристиками данных систем. Все эти задачи значительно сложнее их детерминированных аналогов, которые приходится решать при исследовании систем с детерминированными (точно известными) параметрами. Такое усложнение связано с тем, что алгебра недетерминированных чисел сложнее алгебры детерминированных чисел. В статье сформулирована и подробно описана задача вычисления и анализа поведения неполностью определенной функции, заданной с точностью до интервала значений. Для решения указанной задачи предложен алгоритм детерминизации, который позволяет свести задачу к двум аналогичным - для верхней и нижней граничных функций исходной неполностью определенной функции. В этом алгоритме автором использован аппарат интервальной математики и интервально-дифференциального исчисления. Далее выделены различные типы возможного поведения интервальных функций (постоянство, возрастание, убывание, расширение, сужение) и различные типы экстремальных точек таких функций (например, точка максимума, точка минимума, точка максимального расширения, точка минимального расширения). Доказаны теоремы, которые позволяют определять участки различного поведения интервальных функций и точки с различными видами экстремума. Подробно рассмотрена работа предложенного алгоритма детерминизации, позволяющего анализировать поведение интервальных функций. Работа проиллюстрирована на конкретном примере.

999. Нич Л. Я. Оцінювання ефективності інформаційного пошуку в системах консолідованої інформації / Л. Я. Нич, Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – С. 103-109.

Для оцінювання ефективності інформаційного пошуку запропоновано поділяти знайдені документи на пертинентні, релевантні та нерелевантні. Ефективність пошуку визначати відношенням кількості пертинентних та релевантних документів до кількості нерелевантних документів, а властивості пошукової системи повинні бути подані відповідним коефіцієнтом. Основною метою цього дослідження є розробка інтегрального критерію оцінювання ефективності інформаційного пошуку за результатами видачі в системах консолідованої інформації. Введено поняття консолідованої інформації.

Розроблено метод оцінювання ефективності інформаційного пошуку. Він демонструє використання поділу знайдених і виданих документів на пертинентні, релевантні та нерелевантні. Введено інтегральний показник релевантності документу пошуковому запиту, який враховує негативну та позитивну оцінку. Оцінку ефективності подано як сумарне значення різних компонентів. Експеримент виконано на підставі проведення інформаційного пошуку в одному або в кількох інформаційних фондах і на різних пошукових системах за одного набору ключових слів.

Розроблений підхід до побудови оцінки інформаційного пошуку має практичне значення, оскільки отримані кількісні значення локальних оцінок дають підстави для оптимізації набору ключових слів, та визначення найбільш відповідних інформаційних фондів і пошукових систем.

1000. Осадчук О. В. Радіовимірювальний перетворювач магнітного поля на транзисторній структурі / О. В. Осадчук, К. О. Коваль, М. О. Притула // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – С. 15-19.

Вирішено завдання вимірювання напруженості магнітного поля радіовимірювальним перетворювачем магнітного поля на біполярних та польовому транзисторах. Запропоновано схемотехнічне рішення радіовимірювального перетворювача, який забезпечує перетворення напруженості магнітного поля в частоту електричного коливання, що дозволяє підвищити чутливість пристрою до напруженості магнітного поля. Проведено експеримент з дослідження розробленого радіовимірювального перетворювача магнітного поля. У результаті проведених експериментів досліджено залежності вихідної частоти та чутливості пристрою від напруженості магнітного поля.

1001. Прохоров А. В. Агентное моделирование мультикластерных технологических комплексов нанoeлектронных производств / А. В. Прохоров, Ю. А. Кузнецова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 20-28.

Проведен анализ особенностей автоматизированных производственных процессов и кластерной компоновки технологических комплексов нанoeлектронных производств, предложен подход к повышению производительности автоматизированного кластерного оборудования в полупроводниковом производстве на основе управления потоками полуфабрикатов. Предложена имитационная модель анализа процессов управления потоками полуфабрикатов и расчета характеристик нанoeлектронных производств, которая позволяет производить поиск рациональных решений, связанных с управлением потоков полуфабрикатов в мультикластерных технологических комплексах любой архитектуры с учетом ресурсных ограничений и факторов риска. Модель основывается на мультиагентном подходе, что дает следующие преимущества: автономность и индивидуальное поведение элементов модели (агентов), агенты имеют возможность адаптироваться и менять свое поведение, иметь динамические связи с другими агентами, которые могут формироваться и исчезать в процессе моделирования и др. Разработанная агентная имитационная модель учитывает сложную динамику нанoeлектронного производства и обеспечивает моделирование мультикластерных технологических комплексов различной топологии и реализует различные стратегии и алгоритмы управления потоками полуфабрикатов. Сформированы постановки задач планирования перемещений полуфабрикатов в мультикластерных технологических комплексах, связанные с различными стратегиями и критериями эффективности для логистики нанoeлектронного производства.

1002. Скупский С. Ю. Экспериментальное исследование метода синтеза нейро-нечетких моделей в параллельной компьютерной системе / С. Ю. Скупский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 2 (37). – С. 56-63.

Решена задача разработки нелинейной модели, описывающей зависимости между характеристиками системы, в которой осуществляется синтез нейро-нечетких сетей, параметрами исследуемого метода и временем, затраченным системой на выполнение синтеза моделей. Объект исследования - процесс синтеза нейро-нечетких моделей для индивидуального прогнозирования состояния больного гипертонической болезнью. Предметом исследования является параллельная компьютерная система, выполняющая метод синтеза нейро-нечетких сетей. Цель работы заключается в повышении эффективности применения параллельных компьютерных систем для решения задач медицинского направления. Предложена нелинейная модель, позволяющая прогнозировать затраченное параллельной системой время на выполнение метода синтеза нейро-нечетких сетей и, таким образом, осуществлять рациональный выбор ресурсов компьютерной системы. Разработано программное обеспечение, которое реализует предложенную модель. Выполнены эксперименты, подтверждающие адекватность предложенной модели. Результаты экспериментов позволяют рекомендовать применение разработанной модели на практике.

1003. Субботин С. А. Метод синтеза диагностических моделей на основе радиально-базисных нейронных сетей с поддержкой обобщающих свойств / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – С. 64-69.

В работе решена актуальная проблема автоматизации синтеза радиально-базисных нейронных сетей на основе набора прецедентов для принятия решений в диагностировании. Предложен метод синтеза радиально-базисных нейронных сетей, который формирует в начале по одному эталону класса, которые при необходимости дополняет новыми эталонами, формируемыми на основе ошибочно распознанных экземпляров, а далее оперирует расстояниями от экземпляров до эталонов кластеров. На основе полученных координат эталонов далее в автоматическом режиме синтезируется структура и настраиваются параметры сети, которые дополнительно для повышения обобщающих свойств и интерпретируемости подвергается контрастированию весов. Предложенный метод не требует задания пользователем числа кластеров, не имеет неопределенности выбора числа нейронов в первом слое и выбора начальных значений весов сети, стремится минимизировать размер сети, характеризуется приемлемым временем обучения, благодаря использованию процедуры оптимизации сети позволяет получать безызыбыточные контрастные, интерпретируемые нейромодели. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, а также проведены эксперименты, подтвердившие работоспособность разработанного математического обеспечения и позволяющие рекомендовать его для использования на практике при решении задач построения диагностических моделей по прецедентам для автоматизации принятия решений в технической и биомедицинской диагностике.

1004. Штовба С. Д. Критерії навчання нечіткого класифікатора на основі відстані між головними конкурентами / С. Д. Штовба, А. В. Галушак // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – С. 70-76.

Класифікація - це віднесення об'єкта за деякими ознаками до одного з класів. До класифікації зводяться різноманітні задачі прийняття рішень в інженерії, економіці, медицині, соціології та в інших областях. В нечітких класифікаторах залежність "входи - вихід" описуються за допомогою лінгвістичних правил <Якщо - тоді>, антецеденти яких містять нечіткі терми "низький", "середній", "високий" тощо. Для підвищення безпомилковості нечіткий класифікатор навчають за експериментальними даними. В даній роботі запропоновано нові критерії навчання нечіткого класифікатора, які враховують різницю належностей нечіткого висновку лише до головних конкурентів. За правильної класифікації головним конкурентом прийнятого рішення є клас, що має другий за величиною ступінь належності. У випадку неправильної класифікації помилково прийняте рішення є головним конкурентом правильного класу. Проведені комп'ютерні експерименти із навчання нечіткого класифікатора для розпізнавання трьох сортів італійських вин засвідчили суттєву перевагу нових критеріїв. Серед нових критеріїв помірну перевагу має критерій на основі квадратичної відстані між головними конкурентами з штрафом за помилкове рішення. Нові критерії можуть застосовуватися не лише для навчання нечітких класифікаторів, але і для навчання деяких інших моделей, наприклад, нейронних мереж.

1005. The design procedure of specified operating life of fiber-optic cables / I. A. Ivanov, P. S. Korolev, S. N. Polesskiy, V. V. Zhadnov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – P. 7-14.

The task of prediction of fiber cable operating life for automating of design study of reliability of optical-fiber transmission system was solved in the paper. The paper offers generation method of mathematical models of complex coefficients, which brings out from the input models failure rates the coefficients, which considers the effects of regimes and conditions of usage of fiber cables on the durability indices.

The developed procedure does not require carrying out the experimental investigations and tests, based on the using of standardized models of failure rates and durability characteristics of fiber cables. Herewith for the prescribed modes and terms of usage of fiber cables automatically detected the right process of degradation, which determines values of operating life.

In contrast to the prediction technique of equipment operating life on the base of the probabilistic-physical failure patterns, the offered method operates with the dates, which are stated in the standard-technical documentation on the fiber cables, and allows to increase forecast precision of the operating life in comparison with the methods, which is recommended in the branch standards.

In the paper were developed software, which implements offered mathematical tool, by which were solved real-world forecasting problem of the operating live of the cable type ОК-ПН-01-5-60.

1006. Kolowrocki K. Reliability and risk optimization of multistate systems with application to port transportation system / K. Kolowrocki, B. Kwiatkowska-Sarnecka, J. Soszyńska-Budny // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 2 (37). – P. 110-118.

The complexity of technical systems' operation processes and its influence on the changing in time systems' structures and their components' reliability parameters poses a difficulty to first meet in real and then to fix and analyse those structures and reliability parameters. By constructing a joint model of reliability of complex technical systems at variable operation conditions, which links a semi-markov modelling of system operation processes with multi-state approach to system reliability analysis, we find the system's main reliability characteristics. Consequently, we use linear programming to build a model of complex technical systems reliability optimization. We investigate the model's application in marine transport, specifically in reliability and risk optimization of a bulk cargo transportation system. The tools we develop can be used in reliability evaluation and optimization of a very wide class of real technical systems operating at varying conditions that influence their reliability structures and the reliability parameters of their components. Consequently, the tools we developed can be implemented by reliability practitioners from both maritime transport industry and other industrial sectors.

№ 3

1007. Авдєєв В. В. Точність і запас стійкості системи стабілізації обертального руху ракети / В. В. Авдєєв // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 3 (38). – С. 93-98.

Розроблена методика отримання оцінок показників точності компенсації збурювального прискорення спираючись на лінійну стаціонарну в околі певної точки траєкторії модель плоского обертального руху ракети космічного призначення із врахуванням інерції виконавчого пристрою. Кількісно вони визначаються двома векторами похибок, координати яких - це нескладні аналітичні залежності від коефіцієнтів рівнянь руху і закону регулювання.

Метою дослідження є встановлення зв'язку між координатами векторів похибок і запасом стійкості системи на площині коренів характеристичного поліному, що дасть можливість обґрунтованого вибору коефіцієнтів закону регулювання на початковому етапі розробки системи управління.

Вперше з урахуванням специфіки ракети космічного призначення розроблена методика встановлення зв'язку між координатами векторів похибок при дії лінійного збурювального прискорення, коефіцієнтами закону регулювання, до якого входять чотири координати вектору стану, і запасом стійкості системи стабілізації обертального руху на площині коренів характеристичного поліному.

Визначені три незалежних координати векторів похибок, що дає можливість варіації коефіцієнта закону регулювання при кутовій швидкості ракети або рульового органу виходячи із критерію найбільшого запасу стійкості без зміни показників точності.

Результати роботи можуть бути використані для прийняття технічних рішень при проектуванні системи управління обертальним рухом ракети.

1008. Бісікало О. В. Застосування методу синтаксичного аналізу речень для визначення ключових слів україномовного тексту / О. В. Бісікало, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 54-65.

У статті подано застосування породжувальних грамастик у лінгвістичному моделюванні. Опис моделювання синтаксису речення застосовують для автоматизації процесів аналізу та синтезу природномовних текстів. У статті показано особливості процесу синтезу речень різних мов із застосуванням породжувальних грамастик. В роботі розглянуто вплив норм та правил мови на хід побудови грамастик. Застосування породжувальних грамастик має широкі можливості у розробленні та створенні автоматизованих систем опрацювання текстового контенту, для лінгвістичного забезпечення комп'ютерних лінгвістичних систем тощо. В природних мовах є ситуації, коли явища, залежні від контексту, описані як незалежні від контексту, тобто в термінах контекстно-вільних грамастик. При цьому опис ускладнений через утворення нових категорій і правил. В статті подано особливості процесу введення нових обмежень на класи даних грамастик через введення нових правил. При кількості символів в правій частині правил не меншій за ліву отримали нескорочені граматики. Потім при заміні лише одного символу отримали контекстно-залежні граматики. При наявності в лівій частині правила лише одного символу отримали контекстно-вільні граматики. Жодних наступних природних обмежень на лівій частині правил накласти вже не можна. Виходячи із важливості забезпечення автоматичного опрацювання текстового контенту в сучасних інформаційних засобах (наприклад, інформаційно-пошукових системах, системах машинного перекладу, семантичного, статистичного, оптичного та акустичного аналізу і синтезу мови, автоматизованого редагування, екстракції знань з текстового контенту, реферування та анутовання текстового контенту, індексування текстового контенту, навчально-дидактичних, менеджменту лінгвістичних корпусів, інструментальні засоби укладання словників різних типів тощо), фахівці інтенсивно шукають нові моделі, способи їх опису та методи автоматичного опрацювання текстового контенту. Одним із таких способів є розроблення загальних принципів побудови лексикографічних систем синтаксичного типу та побудови за цими принципами зазначених систем опрацювання текстового контенту для конкретних мов. Будь-які засоби синтаксичного аналізу складаються з двох частин: бази знань про конкретну природну мову і алгоритму синтаксичного аналізу, тобто набору стандартних операторів опрацювання текстового контенту на основі цих знань. Джерелом граматичних знань є дані з морфологічного аналізу та різні заповнені таблиці понять та лінгвістичних одиниць. Вони є результатом емпіричного опрацювання текстового контенту на природній мові експертами з метою виділення основних закономірностей для синтаксичного аналізу.

1009. Бодянський Є. В. Послідовне нечітке кластерування на основі нейро-фаззі підходу / Є. В. Бодянський, А. О. Дейнеко, Я. В. Куценко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 30-38.

У статті запропоновано on-line нейро-фаззі систему для вирішення задач послідовного нечіткого кластерування даних, що дозволяє опрацьовувати вектори спостережень за умов обмеженого числа даних в оброблюваній вибірці, а також алгоритм її самонавчання на основі самоорганізованої мапи Т. Когонена. Архітектура системи містить сім шарів обробки інформації і є за своєю суттю гібридом системи Ванга-Менделя та нечіткої кластерувальної самоорганізованої мережі. Запропонована система в процесі самонавчання налаштовує не лише свої параметри, але й архітектуру в on-line режимі. Для налаштування параметрів функцій належності гібридної нейро-фаззі системи введено алгоритм, що ґрунтується на використанні конкурентного навчання. У процесі навчання гібридна нейро-фаззі система налаштовує синаптичні ваги, центри і параметри ширини функцій належності. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропоновану архітектуру гібридної нейро-фаззі системи. Проведено низку експериментів з дослідження властивостей запропонованої системи. Результати експериментів підтвердили те, що запропоновану систему можна використовувати для розв'язання задачі кластерування, при цьому оброблення даних відбувається в on-line режимі. Система характеризується простотою чисельної реалізації. Характерною особливістю запропонованої системи є те, що вона об'єднує в собі як навчання з вчителем, так і самонавчання.

1010. Гороховатский В. А. Структурное распознавание изображений с применением моделей интеллектуальной обработки и самоорганизации признаков / В. А. Гороховатский, А. В. Гороховатский, А. Е. Берестовский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 39-46.

Статья посвящена исследованию проблемы распознавания изображений в компьютерном зрении на основе множества структурных SURF-признаков. В пространстве структурных признаков выполнена самоорганизация с целью увеличения быстродействия процесса распознавания. В качестве аппарата самоорганизации использована нейронная сеть Кохонена.

Объектом исследования есть метод вычисления подобия описаний и модели интеллектуальной обработки в новом пространстве признаков. Предметом исследования является систематизация и группирование множеств структурных признаков визуальных объектов.

Цель работы - построение метода структурного распознавания с применением входных данных в виде множества кластеров структурных признаков, полученных в результате самоорганизации. Задачами исследования есть изучение особенностей и анализ моделей для вычисления характеристик кластеров, построение модифицированных мер структурного подобия, экспериментальное оценивание качества распознавания для разных способов сопоставления описаний в прикладной базе визуальных образов.

Предложено построение метода распознавания изображений на основе эталонных описаний в кластерном виде, а распознавание базируется на классификации структурных признаков объекта в пространстве кластеров с дальнейшим вычислением и оптимизацией подобия векторных описаний.

Проведено моделирование и экспериментальные исследования предложенного метода распознавания на тестовом множестве изображений с применением признаков SURF. Подтверждена работоспособность и эффективность метода в плане быстродействия, получены оценки качества распознавания для разнообразия вариантов обработки.

1011. Ковнир А. Э. Увеличение достоверности восстановления расфокусированных изображений за счет исправления ошибки округления / А. Э. Ковнир, К. Э. Степаненко, М. Б. Ильяшенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 66-72.

В работе представлен метод повышения качества восстановления расфокусированных изображений за счет уменьшения влияния ошибки округления при дискретизации на восстановленное изображение. С ошибкой округления можно эффективно бороться, зная природу восстанавливаемого изображения и его искажения. Алгоритм восстановления потерянной при округлении части необходимо строить исходя из природы изображения, необходимой точности и допустимой скорости работы этого алгоритма. В работе приводится пример использования линейной интерполяции на этапе предварительной обработки исходного изображения в качестве основы для построения уточненных значений пикселей восстановленного изображения по дискретным значениям пикселей исходного расфокусированного изображения. Предложенный метод не привязан к конкретному алгоритму деконволюции, а его использование в паре с любым из них дает улучшение результата. В работе рассмотрено использование метода совместно с инверсной фильтрацией.

В работе представлен пример практического восстановления изображения на основе линейной интерполяции пикселей исходного изображения. Показано, что предложенный метод дает уменьшение погрешности восстановления в среднем от 3% до 20%, в зависимости от размера и специфики изображения. Показано уменьшение ошибки восстановления с ростом размеров исходного расфокусированного изображения.

1012. Курапов С. В. Математическая модель проведения соединений в области BGA компонент / С. В. Курапов, В. С. Чеченя // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 7-17.

В статье рассмотрена проблема проектирования радиоэлектронной аппаратуры плоских конструктивов в области BGA. Показано, что трассировка плоских конструктивов в области BGA не дает требуемых результатов из-за отсутствия универсальной математической модели и зачастую осуществляется вручную. Поэтому в данной работе представлена универсальная математическая модель, основанная на теоретико-множественном описании расположения соединений между контактами BGA компонент для вывода их на периферию, что очень важно при проектировании плоских конструктивов. Также в работе приведено детальное описание общего рисунка схемы для схем с матричным расположением контактов, таких как BGA, как для непересекающихся соединений, так и описание расположения пересекающихся соединений. Предложен метод определения пересечения проводников для расположения пересекающихся соединений. Показано, что кортеж элементов схемы может быть использован для описания проведения соединений, проверки загрузки макродискретов и определения пересечения проводников. Предложенная универсальная математическая модель может снизить трудоемкость и время проектирования топологии плоских конструктивов, а также может быть использована для разработки топологий микрорелектромеханических структур различного назначения.

1013. Литвин В. В. Математичне та програмне забезпечення подання відеоконтенту для осіб з вадами зору / В. В. Литвин, А. Б. Демчук, О. В. Оборська // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 73-79.

У статті досліджено проблему доступу до відеоконтенту людей з повною, або частковою втратою зору, розглянуто тифлокоментування, як метод адаптації відеоконтенту для незрячих. При дослідженні проблеми доступу людей з вадами зору до відеоконтенту, слід розуміти, що більшість інформації надається глядачеві за допомогою зображення, так, незрячі чують всі слова акторів, звуки навколишнього середовища, процесів на екрані, але їм важко ідентифікувати кому які слова належать, що саме у цей конкретний момент відбувається з героями, що зображено у даній сцені, яка реакція акторів, їхні емоції, які найчастіше виражаються за допомогою рухів чи міміки. Тифлокоментарі до фільмів для незрячих людей - ось один з реальних кроків вирішення обмеженості доступу до такого виду контенту. Розроблено математичне забезпечення подання відеоконтенту для осіб з вадами зору на основі використання теорії координат, спектрального аналізу. Також побудовано архітектуру програмно-алгоритмічного комплексу адаптації відеоконтенту для осіб з вадами зору. Реалізовано метод пошуку вільних від діалогів та інших важливих звуків місць у відеоконтенті, які слугують для вставки тифлокоментарів. На основі логіки 1-го порядку та асоціативних правил розроблено правила тифлокоментування для тифлокоментаторів, сценаристів та звукорежисерів. Розв'язано актуальну науково-прикладну задачу подання відеоконтенту у форматі, доступному для сприйняття особам з вадами зору. Експериментально доведено доцільність застосування методу тифлокоментування для опису сюжетів відеоконтенту, що дало змогу до 30% підвищити сприйняття відеоконтенту особам з вадами зору.

1014. Мамедов К. Ш. Понятия субоптимистического и субпессимистического решений и построение их в интервальной задаче булевого программирования / К. Ш. Мамедов, А. Г. Мамедова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 99-107.

В работе рассмотрена интервальная задача булевого программирования. Даны некоторые экономические интерпретации этой задачи, в результате которых построена экономико-математическая модель. Введены понятия допустимого, оптимистического, пессимистического, субоптимистического и субпессимистического решений задачи булевого программирования с целочисленными интервальными данными. Разработаны два алгоритма построения субоптимистического и субпессимистического решений этой задачи. Естественно, что эти решения могут отличаться от оптимистического и пессимистического решений. Поэтому необходимо оценить относительные погрешности найденных субоптимистических и субпессимистических решений от оптимистического и пессимистического, соответственно. С этой целью построена мажорирующая функция типа Лагранжа. Доказано, что минимальное значение этой функции является верхней границей оптимистического и пессимистического значений целевой функции, соответственно. Минимизацией этой функции находится верхняя граница субоптимистического и субпессимистического значений целевой функции. Проведены вычислительные эксперименты по решению задач различной размерности.

1015. Пиза Д. М. Метод формирования классифицированной обучающей выборки для автокомпенсатора помех при время-пространственной фильтрации сигналов / Д. М. Пиза, В. Н. Лаврентьев, Д. С. Семенов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 18-22.

В условиях воздействия комбинированных помех эффективность работы радиолокационных средств существенно ухудшается. Это обусловлено декорреляцией точечного источника активной помехи пространственно-распределенным характером пассивной помехи. Рассмотрены ограничения, возникающие при формировании классифицированной обучающей выборки для адаптации весовых коэффициентов автокомпенсатора помех при время-пространственной обработке сигналов. Разработан новый метод формирования классифицированной обучающей выборки, использующий как спектральные, так и корреляционные отличия в структуре комбинированных помех. Предложенный метод позволяет уменьшить влияние пассивной составляющей комбинированной помехи на процесс компенсации активной составляющей.

1016. Субботин С. А. Построение полностью определенных нейро-нечетких сетей с регулярным разбиением пространства признаков на основе выборок большого объема / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 47-53.

Решена проблема автоматизации синтеза моделей для классификации образов по признакам. Предложен метод синтеза нейро-нечетких моделей по прецедентам, способный получать полностью определенные нейромодели на основе регулярного разбиения признаков. Метод рассчитывает координаты центров кластеров как координаты центров прямоугольных блоков в пространстве интервалов признаков, а принадлежности кластеров к классам определяет по обучающей выборке: для кластеров, покрытых наблюдениями, принадлежность определяется по максимуму частоты экземпляров соответствующих классов в кластере, а для кластеров, не покрытых наблюдениями, принадлежность определяется по максимальному потенциалу, наводимому на данный кластер кластерами с известной принадлежностью к классам. Полученный набор кластеров-правил отображается в структуру нейро-нечеткой сети Мамдани, а ее параметры настраиваются на основе параметров разбиения признаков и центров кластеров. Предложенный метод не требует загрузки всей обучающей выборки в память ЭВМ и существенно ускоряет процесс синтеза моделей, обеспечивая при этом приемлемый уровень обобщения данных получаемой нейромоделью. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, а также проведены эксперименты, подтвердившие работоспособность разработанного математического обеспечения и позволяющие рекомендовать его для построения нейро-нечетких моделей на основе выборок большого объема.

1017. Фауре Э. В. Комбинированное факториальное кодирование и его свойства / Э. В. Фауре, В. В. Швыдкий, В. А. Щерба // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 3 (38). – С. 80-86.

В работе предложен метод комбинированного факториального кодирования данных, направленный на обеспечение контроля целостности информации, предусматривающий комплексную защиту от навязывания ложных данных (имитозащиту) и ошибок в канале связи. Основная идея предложенного метода кодирования состоит в совмещении процедур полного факториального кодирования, использующего перестановку в качестве проверочной части кодового слова, и циклического избыточного кодирования (CRC). При этом проверочная часть кодового слова комбинированного факториального кода формируется путем вычисления остатка от деления проверочной части кодового слова полного факториального кода, представленной в виде многочлена, на кодовый полином CRC-кода. Определены основные свойства комбинированного факториального кода, выполнена оценка достоверности передачи, крипто- и имитостойкости. Выполнен сравнительный анализ обнаруживающей способности (вероятности необнаруженной кодом ошибки) и энергетического выигрыша для полного и комбинированного факториального кодирования при условии независимости возникающих в канале связи ошибок и их биномиального распределения. Определены пути улучшения представленной оценки вероятности необнаруженной факториальным кодом ошибки. Даны рекомендации по применению полного и комбинированного факториального кодирования.

1018. Федушко С. С. Розроблення системи верифікації соціально-демографічних даних учасника віртуальної спільноти / С. С. Федушко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 3 (38). – С. 87-92.

Вирішено важливе завдання розроблення системи верифікації соціально-демографічних даних учасника віртуальної спільноти на основі проведення комп'ютерно-лінгвістичного аналізу інформаційного наповнення великої вибірки україномовних віртуальних спільнот. Предметом дослідження є методи та засоби перевірки достовірності соціально-демографічних характеристик учасників віртуальних спільнот на основі комп'ютерно-лінгвістичного аналізу результатів їх комунікативної взаємодії. Метою роботи є перевірка правдивості персональних даних, які учасники надають у своїх облікових даних на основі результатів комп'ютерно-лінгвістичного аналізу інформаційних слідів учасників веб-спільнот. Для практичної реалізації поставлених завдань розроблено структуру програмного забезпечення для верифікації соціально-демографічного портрета веб-учасника. Запропоновано метод верифікації персональних даних учасника віртуальної спільноти на основі аналізу інформаційних слідів учасників віртуальних спільнот. Уперше розроблено метод перевірки достовірності персональних даних веб-учасників, що дало змогу спроектувати засіб верифікації соціально-демографічних характеристик учасника веб-спільноти. У результаті проведених досліджень розроблено систему верифікації соціально-демографічних даних учасників віртуальних спільнот, яка формує верифіковані соціально-демографічні портрети цих учасників віртуальних спільнот. Також представлено користувацький інтерфейс розробленої системи верифікації соціально-демографічних даних учасників віртуальних спільнот. Отримані результати системи дозволяють підвищити ефективність загального процесу управління веб-спільнотами. Апробації розроблених методів і засобів для вирішення завдань у веб-адмініструванні спільноти доводиться їх результативність та ефективність. Кількість фальшивих спрацювань системи верифікації не перевищує 18%.

1019. Шергин В. Л. Связь между параметрами самоподобия, устойчивости и долгосрочной зависимости приращений фрактального движения Леви / В. Л. Шергин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 3 (38). – С. 23-29.

Рассмотрена задача поиска соотношений между параметрами самоподобия, устойчивости и долгосрочной зависимости приращений фрактального движения Леви. В качестве меры взаимосвязи приращений предложено использовать показатели, построенные с помощью модели симметричного перемешивания скрытых факторов, что позволило решить проблему неприменимости корреляционного метода оценки таких приращений, вызванную отсутствием моментов распределения. Получена зависимость показателя взаимосвязи соседних приращений от индексов устойчивости и самоподобия. Эта зависимость имеет вид алгебраического уравнения, которое хоть в общем случае и не имеет явного решения, но легко решается численно. Предложена математическая модель, позволяющая построить аналог дискретной автокорреляционной функции для фрактального движения Леви. Эта модель имеет вид системы алгебраических уравнений. В работе показано, что все аналогичные зависимости, известные для частных случаев процесса фрактального движения Леви, являются соответствующими частными случаями моделей, полученных в работе. Наличие предложенных моделей позволяет определить любой из трех показателей (самоподобия, устойчивости и долгосрочной зависимости приращений) по двум известным, что существенно упростит моделирование и исследование случайных процессов, имеющих вид фрактального движения Леви.

№ 4

1020. Василенко О. В. Повышение качества моделирования динамических систем выбором оптимальных алгоритмов симуляции / О. В. Василенко, Я. И. Петренко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 11-18.

Исследованы методы решения основных форм дифференциальных уравнений математических моделей однодоменных и мультидоменных динамических систем в универсальных математических процессорах, в программах автоматизированного проектирования и инжиниринга (CAS, CAD и CAE соответственно). Проанализированы противоречия между показателями алгоритмов численного интегрирования (точность, устойчивость, экономичность) и пути их оптимального согласования при настройке параметров симуляции. Наиболее часто используемые в солверах методы объединены в три группы: на основе алгоритма Рунге-Кутты, формул дифференцирования назад и комплексные алгоритмы; по каждой из групп даны области их адекватного использования. Особенности математической модели ДС, в том числе структурные сингулярности и жесткость, определены как наиболее влияющие факторы этапа моделинга на показатели качества процесса симуляции (адекватность, точность, экономичность).

Даны рекомендации по предотвращению алгоритмических сбоев при симуляции структурно-сингулярных систем, представленных в форме высокоиндексных DAE. Путем моделирования тестовой задачи, определены оптимальные алгоритмы для надежной симуляции жестких моделей ДС. Разработана методика выбора оптимального алгоритма численного интегрирования, которая учитывает особенности моделей. Даны рекомендации по выбору солвера и соответствующего программного обеспечения для моделирования ДС, представленных каузальными и акаузальными моделями.

1021. Грохольский Я. М. Радіохвилі як потік частинок, що перебувають у коливальному стані / Я. М. Грохольський, Б. А. Сусь, Б. Б. Сусь // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 7-10.

До електромагнітних хвиль відносяться радіохвилі, світло, рентгенівське і гамма-випромінювання. Однак традиційно як в науковій, так і в навчальній літературі електромагнітні хвилі розглядаються з різних позицій. Радіохвилі завжди розглядаються як хвилі, тоді як світло представляється як електромагнітні хвилі і як потік частинок. Світло, будучи електромагнітними хвилями, що безсумнівно підтверджується експериментально таким хвильовим явищем як інтерференція, в той же час трактується як потік частинок, які мають назву фотонів. Оскільки радіохвилі, як і світло, є електромагнітними хвилями, то постає питання трактувати їх також з точки зору корпускулярного підходу. Показано, що радіохвилі як частина діапазону електромагнітних хвиль також мають двоїсту корпускулярно-хвильову природу - це і хвилі і частинки водночас. Окремі частинки радіохвиль перебувають в коливальному стані, при якому відбувається перехід електромагнітної енергії частинки в масу і навпаки.

1022. Інформаційно-технічна система автоматизованої лапароскопічної діагностики / А. В. Ляшенко, М. Р. Баязітов, Л. С. Годлевський, Д. М. Баязітов, А. Б. Бузиновський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – С. 90-96.

Вирішено завдання автоматизованого розпізнавання - діагностики циротичних змін та метастатичного ураження печінки за результатами аналізу лапароскопічних зображень. Об'єктом дослідження був процес побудови діагностичної системи автоматизованого розпізнавання лапароскопічних зображень. Предметом дослідження складала методи формування вихідних вибірок зображень для навчання каскадного класифікатора за ознаками Хаара. Метою роботи було створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень при лапароскопічній діагностиці стану поверхні печінки на основі каскаду Хаара. Класифікацію зображень здійснювали з використанням методу каскадного класифікатора. При використанні для навчання 1000 зображень позитивного характеру та 500 негативних зображень показник чутливості діагностики цирозу печінки розробленої технології складав 68,8% і перевищував таку, яка мала місце при експертній діагностиці (31,0%) ($P < 0,01$). При метастатичному ураженні достовірні відмінності зазначеного показника складала 80,0% та 46,7% відповідно ($P < 0,02$). Крім того, при метастатичному ураженні достовірно підвищувалась специфічність діагностики - з 52,5% при експертній діагностиці до 85,0% ($P < 0,01$), а також спостерігалось зростання прогностичних показників - як позитивного (з 42,4% до 80,0%, $P < 0,01$), так і негативного (з 56,8% до 87,2%, $P < 0,01$). Згідно показникам тестування, показник AUC ROC для каскадного класифікатора склав 0,891, в той час як для експертної оцінки дорівнював 0,723, що свідчить про більшу ефективність застосування каскадного класифікатора. Розроблена технологія може бути рекомендована в клінічній практиці при виконанні лапароскопічних хірургічних втручань.

1023. Кадырова Д. Р. Структурный синтез регуляторов дискретных систем управления / Д. Р. Кадырова, А. А. Кадырова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – С. 104-111.

В статье рассматривается методика расчета цифровых регуляторов дискретных систем управления с помощью динамических графовых моделей процессов. Предлагаемый метод моделирования позволяет найти пути для решения задач синтеза дискретных систем различной сложности: одномерных и многомерных, стационарных и нестационарных, с нестандартным режимом работы импульсных элементов и др. Решение задач анализа и синтеза сложных систем управления классическими методами оказывается часто несостоятельным из-за вычислительных трудностей. Применение графовых моделей позволяет выполнить четкую и строгую формализацию и автоматизацию вычислительных процедур. Используется фундаментальное свойство дискретных систем, а именно, способность к естественной декомпозиции и структуризации. Любые дискретные элементы в составе систем управления рассматриваются не только как источники дискретизации сигналов, но и как источники дискретизации структуры системы. Предложенный метод позволяет синтезировать законы управления по выбранным критериям оптимальности и максимально близко учитывать характеристики и свойства реальных объектов управления.

1024. Левин В. И. Производные элементарных интервальных функций / В. И. Левин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 19-28.

Рассмотрены задачи, связанные с вычислением производных от интервально-определенных функций. Эти задачи актуальны при изучении систем с присущей им той или иной степенью неопределенности (недетерминированные системы). Именно, речь идет о простейших системах, которые описываются элементарными интервально-определенными функциями. Соответственно этому решаются задачи нахождения производных от элементарных функций указанного вида. При этом используются полученные ранее формулы и приемы вычисления производных от любых интервально-определенных функций. Приведены основные определения, связанные с производными от интервально-определенных функций, а также формулы двух типов, которые позволяют вычислять указанные интервальные производные. Формулы первого типа выражают производные в закрытой интервальной форме, которая требует использования аппарата интервальной математики. Формулы второго типа выражают производные в открытой интервальной форме, в виде двух формул, первая из которых выражает нижнюю границу интервала, представляющего искомую производную, а вторая - верхнюю границу, и вычисление производной от интервальной функции сводится к вычислению двух вещественных функций. С помощью изложенного математического аппарата были найдены производные от следующих элементарных интервальных функций: интервальной константы, интервальной степенной функции, интервальной показательной функции, интервальной экспоненциальной функции, интервальной логарифмической и натурально-логарифмической функций, интервальных тригонометрических функций (синуса, косинуса, тангенса и котангенса), интервальных обратных тригонометрических функций (арксинуса, арккосинуса, арктангенса, арккотангенса). Формулы всех производных даны в открытой интервальной форме. Указано отличие интервальных производных элементарных функций от классических производных соответствующих обычных элементарных функций.

1025. Литвин В. В. Застосування системи алгоритмічних алгебр для граматичного аналізу символічних обчислень виразів логіки висловлювань / В. В. Литвин, І. О. Бобик, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – С. 77-89.

Розроблено архітектуру та реалізовано програмну систему граматичного аналізу схем системи алгебраїчних алгебр та їх інтерпретації. Програмна система дає змогу автоматизовано генерувати програми за такими створеними схемами та їх відлагоджувати у відповідних схемах. Визначено чіткий розподіл системи алгебраїчних алгебр на окремі модулі, кожен з яких характеризуватиметься своїм функціональним навантаженням. Використано методи синтаксичного аналізу для розроблення та подання граматики таких схем. Реалізовано автоматичне їх перетворення в спискову форму. Розроблено машини системи алгебраїчних алгебр як абстрактний механізм інтерпретації граматики засобами синтаксичного аналізу. Словник V складається з скінченної не порожньої множини лексичних одиниць. Вираз над V є ланцюжком скінченної довжини лексичних одиниць із V . Порожній ланцюжок, який не містить лексичних одиниць, позначимо через ϵ . Множина всіх лексичних одиниць над V позначимо V^* . Мова над V є підмножиною V^* . Мову задають через множину всіх лексичних одиниць мови або через означення критерію, якому повинні задовольняти лексичні одиниці, щоб належати мові. Ще є один важливий спосіб задати мову - через використання породжувальної граматики. Граматика складається з множини лексичних одиниць різного типу та множини правил або продукцій побудови виразу. Граматика має словник V , який є множиною лексичних одиниць для побудови виразів мови. Деякі лексичні одиниці словника (термінальні) не можуть замінитися іншими лексичними одиницями. Текст реалізує структурно подану діяльність, що передбачає суб'єкт і об'єкт, процес, мету, засоби і результат, які відображаються в змістовно-структурних, функціональних, комунікативних показниках. Одиницями внутрішньої організації структури тексту є алфавіт, лексика (парадигматика), граматика (синтагматика), парадигми, парадигматичні відношення, синтагматичні відношення, правила ідентифікації, висловлювання, між фразова єдність та фрагменти-блоки. На композиційному рівні виділяють речення, абзаци, параграфи, розділи, глави, підглави, сторінки тощо, які, крім речення, побічно пов'язані з внутрішньою структурою, тому не розглядаються. За допомогою бази даних (бази термінів/морфем і службових частин мови) та визначених правил аналізу тексту виконують пошук терміну. Синтаксичні аналізатори працюють в два етапи: ідентифікують змістовні лексеми та створюють дерево розбору.

1026. Мотайло А. П. Побудова базису біпіраміди / А. П. Мотайло, А. Н. Хомченко, Г. Я. Тулученко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 29-36.

У статті біпіраміда вперше розглядається як 6-вузловий скінченний елемент (СЕ). Для побудови її біквадратичного базису використовуються два різних підходи: матричний спосіб та метод внутрішньої конденсації базису біпіраміди як 7-вузлового СЕ. Перший підхід дозволяє дослідити принципово можливу кількість базисів, а другий такої можливості не надає, але є більш економічним. Показано, що після задоволення традиційних вимог до базисних функцій у МСЕ у біквадратичних базисних функціях біпіраміди як 6-вузлового СЕ, які будуються за допомогою названих раніше підходів, залишається різна кількість невизначених коефіцієнтів. Ці коефіцієнти надалі використовуються для надання базисним функціям спеціальних властивостей, які адаптують їх до розв'язання граничних задач із рівнянням Лапласа. У якості критерію прогностичного оцінювання апроксимаційних властивостей СЕ у формі біпіраміди обрана величина сліду матриці жорсткості. Мінімізація сліду матриці жорсткості приводить до побудови одного і того ж біквадратичного базису при обох підходах.

На основі отриманого базису аналізуються межі припустимих деформацій геометричної форми біпіраміди. Вперше теоретично доведено, що існує СЕ, при використанні якого як комірки скінченно-елементної сітки, найкраща точність досягається при відхиленні геометричної форми СЕ від правильного багатогранника, у даному випадку від октаедра. Знайдено критичне значення коефіцієнта стиснення, яке забезпечує мінімум сліду матриці жорсткості для біпіраміди з геометричною формою, що досліджується.

Проведено обчислювальний експеримент, результати якого підтверджують теоретичний прогноз властивостей біпіраміди як СЕ. Виявлені залежності дозволяють припустити доцільність застосування базисів більш високого порядку для СЕ у формі біпіраміди.

1027. Планування ресурсів паралельної обчислювальної системи при синтезі нейро-нечітких моделей для обробки великих даних / А. О. Олійник, С. Ю. Скрупський, С. О. Субботін, А. Ю. Благодарьов, Є. О. Гофман // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 61-69.

Вирішено задачу планування ресурсів паралельних комп'ютерних систем при синтезі нейро-нечітких мереж. Об'єкт дослідження - процес синтезу нейро-нечітких моделей. Предметом дослідження є методи планування ресурсів паралельних комп'ютерних систем. Мета роботи полягає в побудові моделі планування ресурсів паралельних комп'ютерних систем, що здійснюють вирішення прикладних завдань на основі паралельного методу синтезу нейро-нечітких мереж. Запропоновано модель планування ресурсів паралельних комп'ютерних систем при синтезі нейро-нечітких мереж. Синтезована модель враховує тип комп'ютерної системи, кількість процесів, на яких виконується завдання, пропускну здатність мережі передачі даних, параметри використовуваного математичного забезпечення (кількість можливих рішень, що обробляються в процесі роботи методу, частки рішень, що генеруються на кожній ітерації стохастичного пошуку за допомогою застосування операторів схрещування і мутації), а також параметри розв'язуваної прикладної задачі (кількість спостережень і кількість ознак в заданій множині даних, що описує результати спостережень за досліджуванним об'єктом або процесом). Розроблено програмне забезпечення, що реалізує синтезовану модель планування ресурсів. Виконано експерименти, що підтверджують адекватність запропонованої моделі. Результати експериментів дозволяють рекомендувати застосування розробленої моделі на практиці.

1028. Симонян С. О. К решению однопараметрических матричных уравнений типа $A(t) \cdot X(t) + X^*(t) \cdot B(t) = C(t)$ / С. О. Симонян, А. А. Айвазян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 44-53.

Рассмотрены однопараметрические сопряженные аналоги матричных уравнений типа Сильвестра. На основе несложных преобразований получено эквивалентное матричное уравнение, содержащее только неизвестную матрицу, подлежащую определению. Далее, использованием аппарата кронекеровых произведений матриц, получено аналитическое решение задачи, ограниченное в практических применениях, однако служащее основой для разработки численно-аналитических методов решения исходной задачи. Предложены последовательный и параллельный численно-аналитические методы решения, основанные на дифференциальных преобразованиях Г. Е. Пухова. При последовательном численно-аналитическом методе оперируем числовыми рекуррентными процедурами на первом этапе вычислений и аналитическими соотношениями - на втором этапе. При параллельном численно-аналитическом методе оперируем линейной гиперсистемой числовых уравнений на первом этапе вычислений и аналитическими соотношениями - на втором этапе. При всех методах получены соответствующие условия однозначной разрешимости задачи. Рассмотрен модельный пример, для которого при использовании численно-аналитических методов получено точное тейлоровское решение. Предложенные численно-аналитические методы могут быть эффективно реализованы средствами современных информационных технологий.

1029. Скрупская Л. С. Реализация информационных моделей процесса диагностирования и прогнозирования состояния изоляции трансформаторов тока / Л. С. Скрупская // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 37-43.

В статье решена задача разработки Unified Modeling Language-моделей вариантов использования, классов, деятельности, состояния и последовательности взаимодействия компонентов для диагностирования состояния изоляции трансформаторов тока. Цель работы заключается в повышении эффективности диагностирования и прогнозирования состояния основной изоляции трансформаторов тока с применением современных программных средств. Объект исследования - процесс диагностирования состояния основной изоляции трансформаторов тока. Предметом исследования являются нейросетевые модели, при помощи которых выполняется прогнозирование состояния основной изоляции. Новизна работы заключается в том, что разработанные информационные модели позволяют реализовать нейросетевые модели диагностирования и прогнозирования состояния основной изоляции трансформаторов тока независимо от выбранного языка программирования. Выполнены эксперименты, подтверждающие адекватность предложенных моделей. Практическая ценность работы заключается в том, что при помощи предложенных UML-моделей разработано программное обеспечение, которое позволяет диагностировать и прогнозировать состояние основной изоляции трансформаторов тока.

1030. Субботин С. А. Комплексное сокращение размерности данных для построения диагностических и распознающих моделей по прецедентам / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 70-76.

Решена задача сокращения размерности данных при построении диагностических и распознающих моделей. Объектом исследования являлся процесс диагностирования, управляемый данными. Предметом исследования являлись методы редукции данных для построения диагностических моделей по прецедентам. Целью работы являлось создание комплекса показателей, позволяющих количественно характеризовать ценность экземпляров и признаков, а также метода сокращения размерности выборок данных для решения задач диагностирования и распознавания. Разработано математическое обеспечение, позволяющее осуществлять формирование выборок и отбор признаков в рамках единого подхода к оценке их значимости. Предложен комплекс показателей, позволяющих количественно характеризовать индивидуальную ценность экземпляров и признаков в локальной окрестности в пространстве признаков. Получили дальнейшее развитие методы переборного поиска для сокращения размерности выборок данных при решении задач диагностирования и распознавания, которые модифицированы путем учета в поисковых операторах предложенных индивидуальных оценок информативности экземпляров и признаков. Предложенные методы и комплекс показателей программно реализованы и исследованы при решении задач сокращения размерности данных. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность разработанного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач неразрушающего диагностирования и распознавания образов по признакам.

1031. Хобин В. А. Оптимизация фильтров собственного движения самонастраивающейся САУ объектом технологического типа / В. А. Хобин, М. В. Левинский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2016. – № 4 (39). – С. 120-129.

Технологические процессы как объекты управления характеризуются существенным запаздыванием реакции управляемых переменных на управляющие воздействия и большим количеством изменяющихся факторов, влияющих на процесс, но практически недоступных для измерения. Эти особенности на практике часто приводят к существенному ухудшению работы систем управления с типовыми алгоритмами и усложняют построение самонастраивающихся систем управления для данного типа объектов. Факторы, в зависимости от последствий их проявления на объекте управления, подразделяют на неконтролируемые координатные и параметрические возмущения. В статье рассматривается случай, когда спектральный состав параметрических возмущений является существенно более низкочастотным по сравнению со спектральным составом координатных возмущений. Факторы, вызывающие высокочастотные изменения управляемых переменных, которые не могут быть скомпенсированы управляющими воздействиями, рассматриваются как шумы. Для объектов технологического типа, у которых параметрические возмущения вызывают изменения коэффициента передачи, предложена структура самонастраивающейся системы автоматического управления. В отличие от многих известных, принцип ее работы предполагает пассивную идентификацию изменений коэффициента передачи в замкнутом контуре. Из общего движения замкнутой системы, которое возникает под влиянием координатных возмущений, с помощью полосовых фильтров выделяется составляющая собственного движения. По изменениям в спектре этой составляющей контур самонастройки определяет текущие значения коэффициента передачи объекта управления и изменяет коэффициент передачи регулятора системы стабилизации для сохранения устойчивой ее работы. Проведены компьютерные эксперименты по оценке влияния изменений спектрального состава координатных возмущений и шумов на качество самонастройки, показана возможность проведения оптимального параметрического синтеза системы, предложены рекомендации по приближенному определению параметров контура самонастройки.

1032. Шмелева Т. Р. Реентерабельная модель RIP протокола в форме раскрашенных сетей Петри / Т. Р. Шмелева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – С. 97-103.

Решена задача автоматизации оценки функциональных характеристик IP-сетей с динамической маршрутизацией на основе протокола RIP в процессе проектирования сетей. Предложен метод построения реентерабельных моделей, который обеспечивает повторное использование моделей, ориентированных на технологии и инвариантных к структуре сети. Для проведения вычислительных экспериментов и получения числовых оценок параметров качества обслуживания IP-сети к моделям терминальных сетей добавлены измерительные фрагменты в параметрическом виде. Проведен сравнительный анализ параметров качества обслуживания IP-сетей при слабой и средней нагрузке в условиях нормального режима работы и при временном отключении портов маршрутизаторов. Получена оценка полезной пропускной способности сети при разных видах нагрузки и условиях функционирования сети. В результате проведенных экспериментов выявлено, что значения параметров качества обслуживания исследуемой сети существенно не изменяются при нормальном режиме работы и временном отключении портов маршрутизаторов, изменение значений дисперсии является индикатором проблем в сети. Автоматизация оценки характеристик способствует сокращению сроков проектирования сетей.

1033. Babichev S. Estimation of the inductive model of objects clustering stability based on the k-means algorithm for different levels of data noise / S. Babichev, V. Lytvynenko, M. A. Taif // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – Р. 54-60.

The inductive model of the objective clustering of objects based on the k-means algorithm clustering is presented in the paper. The algorithm for division of initial data into two equal power subsets is proposed and practically implemented. The difference between the mass centres of the appropriate clusters in different clustering is proposed to use as an external balance criterion. Approbation of the proposed model operation was carried out using the data "Compound" and "Aggregation" of the database of the Computing School in the Eastern Finland University. The researches on the estimation of the model stability to a noise component using the data "Seeds" are presented in the paper. The algorithms k-means, c-means, inductive k-means and agglomerative hierarchical algorithm were used to compare the results of the experiment. The ways of further improvement of the proposed model in order to increase the objectivity of investigated data clustering were defined by the results of the simulation.

1034. Guda A. I. Multi-models identification methods comparison in the non-linear dynamic system identification task / A. I. Guda, A. I. Mikhalyov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2016. – № 4 (39). – Р. 112-119.

In this article a couple of identification methods for non-linear (possibly chaotic) dynamic systems are under consideration. Advantages and drawbacks of existent methods are mentioned. All methods under consideration make use a number of models. Different tactics for the models parameter movement for identification task solving are proposed. The simplest tactic uses models with fixed parameters. This method have simple realization, provide best identification speed and worst accuracy. Method with band-limited models allows us achieve better accuracy due to each model moving to its local extremum, but suffers to high-frequency oscillation, due to ignorance of the identification system dynamic itself. Approach with models, which movement simulates body movement under external forces and viscous friction demonstrates minimal identification errors among with significant speed. Identification process simulations are conducted and conclusion are made. According to simulation results advantages are highlighted and drawbacks are studied. Conclusions allows to make correct choice in identification method selection task. Also the results allows us to correctly chose some parameters on the identification system.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2017

№ 1

1035. Авраменко В. В. Оперативное распознавание эталонного сигнала при его искажении нелинейным устройством с экспоненциальной статической характеристикой / В. В. Авраменко, И. В. Шелехов, Н. А. Зарецкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 50-55.

Актуальность. Распознавание эталонных сигналов, которые подверглись нелинейным преобразованиям устройствами с неизвестными параметрами статической характеристики, является актуальным для решения многих практических задач. Кроме того, актуальным является требование, чтобы система распознавания была инвариантной по отношению к амплитуде сигнала и распознавала его оперативно.

Цель. Рассмотрена задача оперативного распознавания эталонного сигнала при его искажении нелинейным устройством с экспоненциальной статической характеристикой. Один из заданного множества сигналов поступает на вход нелинейного объекта. Необходимо по искаженному сигналу на его выходе распознать эталонный сигнал при условии, что характеристики нелинейности, а также амплитуда входного сигнала неизвестны. Предполагается, что сигнал не выходит за пределы нелинейного участка статической характеристики объекта.

Метод. Предложен метод, позволяющий решить задачу по мгновенным значениям искаженного сигнала на выходе нелинейного объекта. Он основан на использовании функции непропорциональности по значению первого порядка для числовых функций, заданных параметрически. Если между двумя функциями существует пропорциональная зависимость, то вычисленная для них функция непропорциональности по значению первого порядка равняется нулю при любом значении коэффициента пропорциональности.

Вначале выдвигается предположение о том, какой из эталонных сигналов искажается. Затем этот сигнал вместе с искаженным сигналом используется при вычислении функции непропорциональности. Если предположение правильное, то полученная непропорциональность равняется нулю. Иначе - непропорциональность ненулевая.

Результаты. Компьютерное моделирование работы системы распознавания осуществлялось для узкополосных эталонных сигналов. Результаты показывают, что система успешно распознает незначительно отличающиеся между собой сигналы при разных значениях параметров экспоненциальной статической характеристики нелинейного объекта.

Выводы. Предлагаемый метод позволяет распознавать слабые сигналы в случае, если статическая характеристика нелинейного объекта является экспоненциальной в области начала координат. При этом параметры нелинейности и амплитуда сигнала - неизвестные. Такая ситуация, например, имеет место, когда ослабленный сигнал для дистанционного управления объектом поступает на р-п переход полупроводникового устройства.

1036. Агаджанян А. Р. Формирование и анализ сигналов ЭКГ с патологиями / А. Р. Агаджанян, Е. И. Лоза, Е. В. Нариманова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 83-90.

Актуальность. Работа посвящена актуальной проблеме генерации сигналов электрокардиограмм с искажениями, соответствующими различным патологиям. Такие сигналы могут быть использованы в качестве эталонных для создания новых и верификации существующих методов анализа биомедицинских сигналов, нацеленных на диагностику кардиологических заболеваний.

Цель. Целью данной работы является формирование сигналов электрокардиограмм с известными видами искажений, соответствующих распространенным патологиям. Формирование сигналов электрокардиограмм с патологиями проводилось в соответствии с заболеванием "инфаркт миокарда" как наиболее распространенного среди всех кардио заболеваний с возможным летальным исходом.

Метод. Изучено описание совокупности диагностических признаков заболевания, проявляющихся для элементов сигнала электрокардиограммы, в зависимости от вида инфаркта (мелкоочагового или крупноочагового) и его стадии. Для формирования сигналов электрокардиограммы с заданными патологиями проведено моделирование с использованием смещения, сдвига, масштабирования или исключения во временной области выделенных компонент нормального сигнала электрокардиограммы. В качестве метода обнаружения компонент электрокардиограммы и определения их параметров использованы методы частотно-временного анализа: непрерывное вейвлет-преобразование с материнской функцией "Мексиканская шляпа" и вейвлет-преобразование с вейвлет-функцией "bior1.5".

Результаты. Удалось сформировать сигналы электрокардиограмм без патологий, а также с патологиями в виде мелкоочагового и крупноочагового инфаркта. На основании проведенного частотно-временного анализа полученных электрокардиограмм удалось определить особенности искусственно сформированных сигналов, отвечающие заложенным патологиям.

Выводы. Решена задача искусственного формирования сигналов электрокардиограмм, содержащих отклонения от нормы в соответствии с патологиями "мелкоочаговый инфаркт миокарда" и "крупноочаговый инфаркт миокарда". В результате последующего исследования полученных сигналов с патологиями получил дальнейшее развитие метод анализа электрокардиограмм на основе вейвлет-преобразования. Даны рекомендации для использования указанного метода с целью выявления патологий в виде крупноочагового и мелкоочагового инфаркта миокарда. Результаты данной работы в дальнейшем планируется использовать для разработки методов анализа электрокардиограмм с целью ранней диагностики известных кардиологических патологий.

1037. Вовк С. М. Декомпозиция суммы гауссиан, искаженных импульсным шумом / С. М. Вовк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 91-99.

Актуальность. Применение традиционных методов декомпозиции суммы гауссовых функций для случая, когда исходные данные искажены шумом импульсного типа, приводит к значительным ошибкам. Объектом данного исследования является процесс декомпозиции суммы гауссовых функций в импульсной шумовой обстановке.

Цель работы - разработка метода декомпозиции суммы гауссовых функций для случая, когда данные искажены шумом импульсного типа.

Метод. Предложенный метод основан на решении задачи безусловной минимизации заданной целевой функции по неизвестным параметрам. Постановка задачи выполнена на основе критерия минимума протяженности, который применяется к невязке решения. Процесс декомпозиции реализуется итерационно путем последовательного выделения гауссовых функций из их суммы, где вначале выделяется самая протяженная гауссова функция, затем выделяется менее протяженная и т. д. Для определения значений параметров гауссовой функции описано два подхода. Первый подход основан на методе итераций, который применяется для решения системы нелинейных уравнений, получаемой из необходимого условия минимума целевой функции. Вторым подходом основан на методе прямого пассивного поиска минимума целевой функции, в котором пробные точки выбираются из условия равенства нулю невязки решения в этих точках. Отмечено, что второй подход имеет более широкую область применимости, чем первый. На основе второго подхода построен итерационный алгоритм, для которого описан способ выбора начальных значений параметров гауссовой функции в условиях наличия импульсного шума, сформулированы правила выбора наилучших значений ее параметров на каждой итерации и приведено правило останова вычислений.

Результаты. Моделирование задач подгонки одиночной гауссовой кривой к данным и декомпозиции суммы пяти гауссовых функций для случая, когда соответствующие исходные данные искажены шумом импульсного типа с законом распределения Коши, подтвердили эффективность предложенного метода.

Выводы. Предложенный метод является эффективным инструментом декомпозиции суммы гауссовых функций, искаженных шумом импульсного типа с законом распределения Коши. Он может быть распространен на случай суммы функций другой формы и других неизвестных параметров.

1038. Гороховатский В. А. Методы определения релевантности изображений на основе медианной обработки структурных описаний / В. А. Гороховатский // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 100-106.

Актуальность. Интенсивное развитие и расширение прикладных возможностей современных систем компьютерного зрения требует углубленного исследования и создания более эффективных и универсальных методов обработки визуальной информации. Основные задачи связаны с исследованием и усовершенствованием информационных технологий распознавания в интегрированном пространстве признаков применительно к описаниям в виде множеств дескрипторов ключевых точек (SURF-признаков) изображений, а также необходимостью оценивания результативности распознавания на прикладных образцах.

Цель. Статья сосредоточена на изучении возможности построения и оценивании эффективности применения моделей медианной обработки для осуществления структурного распознавания объектов на изображении в плане получения компрессионного представления данных в пространстве признаков прикладной базы изображений.

Метод. Осуществлена трансформация пространства структурных признаков путем приведения его к векторному пространству в целях повышения быстродействия процесса распознавания. В качестве аппарата преобразования применена медианная обработка описаний с формированием конечного упорядоченного списка дескрипторов. Результатом исследования есть создание метода для формирования и вычисления релевантности описаний изображений в трансформированном пространстве признаков.

Результаты. За счет внедрения медианных характеристик обеспечивается векторное представление, значительно сокращается объем вычислительных затрат и улучшается быстродействие распознавания. Время распознавания в сравнении с традиционным подходом сокращается в сотни раз при сохранении необходимой эффективности.

Проведено моделирование и экспериментальные исследования предложенного метода распознавания на тестовом множестве изображений, представленных описаниями SURF. Подтверждена результативность метода в плане быстродействия, получены сравнительные оценки качества распознавания для разнообразия вариантов обработки.

Выводы (научная новизна и практическая значимость). В проведенном исследовании систематизированы и получены перспективные свойства систем распознавания в пространстве структурных признаков изображений. Медианный анализ позволяет вскрыть новые закономерности в эталонной информации в целях эффективного по быстродействию распознавания без снижения показателя результативности.

Научная новизна исследования состоит в синтезе метода структурного распознавания изображений путем применения медианного анализа для формирования сжатого векторного представления для множества дескрипторов в структурном описании изображения. Переход к векторно-списочному виду существенно повышает быстродействие распознавания за счет упрощения обработки.

Практическая ценность работы - получение прикладных программных моделей для модификаций метода структурного распознавания и подтверждение результативности предложенной обработки в конкретных примерах баз изображений.

1039. Дорофеев Ю. И. Подавление "эффекта хлыста" в цепях поставок с помощью децентрализованного управления запасами на основе метода инвариантных эллипсоидов / Ю. И. Дорофеев, Л. М. Любчик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 161-170.

Актуальность. Решена актуальная задача синтеза децентрализованного управления запасами материальных ресурсов в цепях поставок в условиях неопределенности внешнего спроса и наличия эксплуатационных ограничений.

Цель работы. Развитие метода оптимальной стабилизации локальных узлов цепей поставок с помощью линейной динамической обратной связи по отклонению между наличными и страховыми уровнями запасов ресурсов в узлах цепи, обеспечивающего подавление "эффекта хлыста", а также развитие метода анализа устойчивости децентрализованной системы управления запасами в цепях поставок.

Метод. Предложен подход на основе метода инвариантных эллипсоидов, который обеспечивает полное и своевременное удовлетворение неизвестного, но ограниченного внешнего спроса на ресурсы, стабилизацию замкнутых локальных подсистем при выполнении заданных ограничений на значения локальных состояний и управляющих воздействий, а также подавление "эффекта хлыста" в цепях поставок. С помощью метода векторных функций Ляпунова и метода сравнения установлены условия устойчивости децентрализованной системы управления запасами в цепях поставок.

Результаты. Задача синтеза управления с помощью техники линейных матричных неравенств сведена к последовательности задач полуопределенного программирования, которые решаются численно в реальном времени.

Выводы. Получил дальнейшее развитие метод субоптимального структурного и параметрического синтеза децентрализованного ограниченного управления запасами в цепях поставок, что позволяет снизить затраты, связанные с транспортированием и хранением материальных ресурсов за счет подавления "эффекта хлыста"; степень подавления указанного эффекта для различных эшелонов цепи поставок определяется выбором значений весовых матриц локальных критериев качества. Разработанные модели и алгоритмы децентрализованного управления запасами в условиях неопределенности спроса и наличия эксплуатационных ограничений внедрены на промышленных предприятиях и организациях, которые занимаются производством, хранением и распределением материальных ресурсов, в частности, КП "Харьковводоканал" - одном из крупнейших в Украине предприятий по предоставлению услуг водоснабжения и ООО Компании "СВ" (г. Харьков) - ведущем производителе средств бытовой химии в Украине.

1040. Дудатьєв А. В. Моделі інформаційної підтримки управління комплексною інформаційною безпекою / А. В. Дудатьєв, О. П. Войтович // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 107-114.

Актуальність. Існування конкурентного інформаційного середовища, яке є специфічною ареною для проведення спеціальних інформаційних операцій показує на необхідність реалізації комплексного захисту інформаційних ресурсів. Перебіг інформаційної війни, а також проблеми, що виникають при управлінні комплексною інформаційною безпекою визначає актуальність розробки моделей інформаційної підтримки прийняття рішень та створення ситуаційних або інформаційно-аналітичних центрів управління комплексною інформаційною безпекою на рівні "підприємство - регіон - держава".

Мета. Метою даного дослідження є розробка моделі інформаційної підтримки прийняття рішень управління комплексною інформаційною безпекою багаторівневої соціотехнічної системи у складі окремих об'єктів, групи об'єктів (регіону) та держави в цілому, що дозволить отримати кількісні показники рівня захищеності системи з можливістю прийняття рішень щодо управління комплексною інформаційною безпекою на рівнях "підприємство - регіон - держава".

Метод. Метод дослідження будується на ідеї того, що рівень захищеності держави залежить від рівня захищеності підпорядкованих регіонів, рівень захищеності яких, у свою чергу, залежить від рівня захищеності підпорядкованих локальних об'єктів. Рівень захищеності самого підприємства залежить від порушення хоча б одного з критеріїв: цілісності, доступності, конфіденційності.

Результати. Вирішено задачу розробки узагальненої моделі оцінювання комплексної інформаційної безпеки багаторівневої соціотехнічної системи типу "підприємство - регіон - держава", що дозволяє отримати оцінку рівня інформаційної захищеності, як локального об'єкта - підприємства, так і інтегрованих об'єктів - регіону та держави. Для оцінювання ймовірностей виникнення базових загроз можуть бути використані ймовірнісні оцінки або експертні оцінки, які представлені у вигляді нечітких множин. Запропоновано структурну модель багаторівневого інформаційно-аналітичного центру управління комплексною інформаційною безпекою. Результати проведених досліджень показали можливість використання даного підходу для рішення задач оцінювання та управління комплексною інформаційною безпекою багаторівневої соціотехнічної системи.

Висновки. Наукова новизна проведеного дослідження полягає в тому, що вперше запропоновано модель оцінювання комплексної інформаційної безпеки багаторівневої соціотехнічної системи на рівнях управління "підприємство - регіон - держава".

Практична новизна полягає у розробці програмного забезпечення, яке реалізує процес аналізу та оцінювання рівня комплексної інформаційної захищеності багаторівневої соціотехнічної системи на рівнях управління "підприємство - регіон - держава", а також синтезу управлінських рішень на базі сформованих баз знань.

1041. Исследование точности измерения латентной переменной в зависимости от диапазона варьирования набора индикаторов / А. А. Маслак, С. И. Моисеев, С. А. Осипов, С. А. Поздняков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 42-49.

Актуальность. Важным практическим аспектом является увеличение точности измерения латентной переменной, поскольку от этого зависит эффективность принимаемых решений. Одним из возможных способов увеличения точности измерения является выбор наилучшего расположения диапазона набора индикаторов относительно латентной переменной.

Цель. Целью работы является исследование влияния расположения набора индикаторов относительно латентной переменной на точность ее измерения. Для достижения поставленной цели необходимо сгенерировать матрицы данных на основе модели Раша; получить оценки латентной переменной; сравнить полученные оценки латентной переменной с теми значениями, которые использовались при моделировании.

Метод. Учитывая то, что модель измерения латентной переменной является нелинейной, аналитическое решение затруднено. Поэтому исследование проводилось на основе имитационного моделирования в рамках теории измерения латентных переменных. Данные имитационного эксперимента описывались моделью Раша для дихотомических индикаторов и обрабатывались в диалоговой системе "Измерение латентных переменных".

Результаты. В рамках теории латентных переменных на основе имитационного моделирования проведено исследование точности измерения латентной переменной в зависимости от расположения диапазона варьирования индикаторов. На основе дисперсионного анализа показано, что уменьшение диапазона индикаторов внутри диапазона варьирования латентной переменной повышает точность ее измерения при прочих равных условиях. Точность измерения латентной переменной выше в центре диапазона ее варьирования, чем по краям независимо от диапазона варьирования индикаторов.

Выводы. Предложена методика анализа точности измерения латентной переменной в зависимости от расположения диапазона индикаторов. В отличие от существующей точки зрения, что диапазон варьирования индикаторов должен покрывать диапазон варьирования латентной переменной, показано, что наибольшая точность измерения латентной переменной достигается при варьировании индикаторов в середине диапазона латентной переменной при прочих равных условиях. Полученные результаты использованы для выбора оптимального алгоритма адаптивного тестирования. Представляет интерес расширить исследование и оценить влияние других диапазонов варьирования латентной переменной и набора индикаторов на точность измерения.

1042. Кондратець В. О. Віртуальне визначення характеристик потоку в пісковому жолобі односпіральних класифікаторів / В. О. Кондратець, А. М. Мацуй // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 24-32.

Актуальність. Бідні залізні руди, які потребують збагачення, є сировинною основою чорної металургії. Їх подрібнення у перших стадіях в наслідок перевитрати електроенергії, сталевих куль і футеровки погіршує конкурентоспроможність продукції. Зменшити перевитрати можливо автоматизацією цих процесів, однак перепоною на цьому шляху є нерозв'язаність задачі отримання інформації про піскове навантаження з необхідною точністю, хоч проводились широкі та тривалі дослідження. Прогресивний віртуальний підхід відкриває перспективи вирішення даної проблеми.

Метою даної роботи є розробка математичної моделі віртуального визначення характеристик пісового потоку на виході механічного односпірального класифікатора за технологічним параметром, який достатньо просто, точно та безконтактно виміряти порівняно недорогим технічним засобом.

Метод. Запропоновано метод графоаналітичного моделювання, де розглядається піскове тіло класифікатора (матеріал між двома сусідніми витками спіралі), яке подається горизонтальними та вертикальними шарами, створюючи вздовж висоти та довжини елементи, що дозволяє отримувати залежності об'єму пісків у вертикальних шарах від довжини пісового тіла. Дані залежності при будь-якій висоті, кратній, що мають мінімум і максимум, апроксимувалися математичними виразами у вигляді семи членів ряду Фур'є. Вони встановлюють зв'язок між їх конкретними складовими та висотою пісового тіла. Використання даних зв'язків надає можливість знаходити миттєві об'ємні та масові витрати матеріалу в пісовий жолоб при будь-якому значенні висоти пісків.

Результати. Отримана математична модель процесу розвантаження пісків у вигляді трьох основних і двадцяти двох додаткових рівнянь дозволяє визначати характеристики пісового потоку за висотою пісового тіла класифікатора. Миттєве значення витрати змінюється за достатньо складною залежністю, яка зберігається при різних висотах пісового тіла. При зростанні висоти закономірно збільшується як середнє, так і миттєве значення масової витрати пісків.

Висновки. Вперше отримано математичну модель, яка описує значення миттєвої витрати пісків в процесі їх розвантаження у пісовий жолоб односпірального класифікатора за виміряною висотою пісового тіла. Завдяки цьому можливо стабілізувати розрідження пульпи у кульовому млині, підвищити його продуктивність, якість подрібненого твердого та покращити експлуатаційні характеристики технологічного обладнання і, як наслідок, зменшити перевитрати при подрібненні руд.

1043. Красовська Ю. О. Впровадження цифрового телебачення DVB-T2 на 9 каналі в місті Дніпро / Ю. О. Красовська, В. І. Магро // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 7-15.

Актуальність. Вирішено завдання переходу регіонального телевізійного каналу з аналогового на цифрове мовлення.

Мета роботи - виявлення та подолання складнощів локального переходу на цифрове телебачення стандарту DVB-T2 на прикладі пересічної регіональної телекомпанії.

Метод. Запропоновано два рівня переходу регіонального телевізійного каналу з аналогового на цифрове мовлення. Перший рівень включає у себе обрання оптимального формату відеозображення для мовлення у стандартах DVB-T2 та HDTV, а також два варіанти заміни устаткування телеканалу, які можуть забезпечити цифрове наземне телебачення другого покоління і цифрове наземне телебачення високої чіткості. Наявність двох варіантів заміни устаткування зумовлена обмеженістю коштів, які телекомпанія може виділити впродовж короткого часового інтервалу на технічне переоснащення. На другому рівні, рівні міста, розраховано реальну дальність покриття цифрового мовлення та запропоновані методи його досягнення.

Результати. На прикладі пересічної регіональної телевізійної компанії показана методика переходу з аналогового на цифрове мовлення. Розрахунки проведені на прикладі телеканалу Приват ТБ Дніпро - "9 канал", міста Дніпро показали, що наявна аналогова система фіксування, обробки і транспортування відеозображення на регіональному телеканалі потребує повної заміни обладнання. Залежно від наявних коштів, які виділяються на технічне переобладнання, запропоновано два шляхи заміни обладнання. Розрахунки показали, що мінімально задовільне покриття цифрового телевізійного сигналу у м. Дніпро забезпечується на відстані близько 65 км. Втім, якість цифрового телебачення на межі зони покриття не забезпечується повною мірою через незадовільну напруженість поля у точках найбільшої віддаленості від телевізійного центру.

1044. Купін А. І. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень / А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 171-177.

Актуальність. Постійно зростаюча тенденція до подорожчання енергоресурсів призводить до необхідності зниження енергоспоживання, тобто до економії енергоресурсів. З точки зору житлових приміщень, впровадження систем мікроклімату необхідне для організації комфортних умов перебування суб'єктів і економного використання енергоресурсів.

Мета. Метою роботи є вирішення актуальної задачі енергоефективного регулювання мікроклімату приміщень на основі використання інформаційної інтелектуальної системи яка враховує побажання суб'єктів які там знаходяться, що у свою чергу, дозволяє забезпечити ефективне керування опалювальними приладами за рахунок зменшення або збільшення температури оточуючого середовища.

Метод. Вирішення поставленої задачі запропоновано шляхом використання структури експертної системи, як однієї із складових системи інтелектуального регулювання мікроклімату приміщень, на основі використання нейро-нечіткої підсистеми логічного виводу. Дана підсистема дозволяє автоматично формувати керуючу інформацію для регулювання мікроклімату приміщень в залежності від побажань суб'єктів, узагальнюючи інформацію про час і місце їх перебування у різні періоди часу. У якості підсистеми логічного-виводу запропоновано п'ятишарову нейро-нечітку систему прямого розповсюдження помилки, яка реалізує систему нечіткого виводу типу Сугено нульового порядку. Також запропоновано схему роботи інтелектуальної системи регулювання мікроклімату приміщень та підхід щодо реалізації процесу ідентифікації суб'єктів у приміщенні.

Результати експериментальних досліджень підтвердили ефективність використання запропонованої структури експертної системи в системах типу "Інтелектуальний дім". Також було встановлено значення параметрів які впливають на якість та продуктивність роботи запропонованої системи. У якості енергоресурсу було обрано природний газ та середньостатистичні діапазони температур житлових приміщень.

Висновки. Особливістю запропонованої системи є універсальність використання будь-яких кліматичних пристроїв, а також можливість автоматичного налаштування мікроклімату приміщення з урахуванням побажань суб'єктів. Також, головною особливістю запропонованого методу налаштування мікроклімату є визначення та запам'ятовування поведінки суб'єктів приміщення, що у поєднанні із апаратом нейронних мереж надає змогу до прогнозування встановлення відповідних значень мікроклімату приміщення, і, як результат, до економії енергоресурсів.

1045. Левин В. И. Метод моделирования поведения функций с помощью раздетерминизации / В. И. Левин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 33-41.

Актуальность. При моделировании организационно-технических систем в ряде случаев возникают сложности в исследовании функционирования таких систем, если они формализованы на основе аналитико-детерминированных функций. В работе предложен новый метод - раздетерминизация, созданный для решения проблемы вычисления детерминированных функций, имеющих так называемые особые точки, в которых у функции не существует определенного значения.

Цель. Целью является разработка подхода, позволяющего осуществлять деление на нуль и тем самым исключать особые точки функций.

Метод. Предложенный в статье метод заключается в переходе от проблематичной, с точки зрения вычисления, детерминированной функции к соответствующей недетерминированной, а именно, интервальной функции, путем замены детерминированных параметров функции соответствующими интервальными параметрами. Благодаря этой замене значения функции в особых точках становятся интервальными и вполне определенными значениями. Последнее и позволяет решить проблему вычисления функции.

Результат. Путем вырезания интервальной функции выведены рабочие формулы, основанные на основных положениях интервальной математики и позволяющие легко вычислять значения этой функции. Предложенный в статье подход к решению проблемы вычисления функций с особыми точками имеет важное значение для всех классов прикладных систем, в которых эта проблема реально существует. Речь здесь идет о тех системах, функции-характеристики которых имеют некоторое число особых точек. Такие системы встречаются чаще всего в телеметрии, теории и практике надежности, гуманитарной сфере и ряде других областей. Особенности этих областей в том, что в них не всегда применимы классические методы детерминистской математики, что побуждает разрабатывать новые подходы к решению возникающих здесь задач.

Выводы. Решение проблемы вычисления функции достигается легализацией деления на нуль путем интервализации вычислений. При этом используется принцип вырезания окрестности нуля из интервала, являющегося делителем интервальной дроби, представляющей исследуемую функцию.

1046. Оцінка обміну даними в глобальних обчислювальних мережах на основі комплексного показника якості обслуговування мережі / С. П. Євсєєв, Х. Н. Рзаєв, С. Е. Остапов, В. І. Ніколаєнко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 115-128.

Актуальність. Збільшення обсягів даних які циркулюють в комп'ютерних системах і мережах вимагає нових підходів до протоколів і механізмів забезпечення якості обслуговування користувачів і безпеки інформації. Оцінку ефективності обміну даними в комп'ютерній мережі виконують на підставі часткових критеріїв і показників якості обслуговування в протоколах обміну даними в глобальних обчислювальних мережах (ГОМ), що не дозволяє в повній мірі оцінити ефективність якості обслуговування з урахуванням економічних витрат на забезпечення необхідного значення показника якості обслуговування. Актуальним завданням в цьому сенсі є обґрунтування комплексного показника ефективності обміну даними в ГОМ з урахуванням економічних витрат.

Мета. Розгляд критеріїв комплексного показника якості обслуговування, ефективності криптографічних засобів захисту інформації, обґрунтування ефективності та обміну даними в ГОМ при різних способах управління обміном на основі комплексного показника ефективності з урахуванням економічних витрат на забезпечення необхідного значення показника якості обслуговування.

Метод. Комплексний показник ефективності з урахуванням економічних витрат щодо забезпечення необхідного значення показника якості обслуговування в ГОМ.

Результати. Запропоновано методiku оцінки ефективності обміну даними в глобальних обчислювальних мережах, яка ґрунтується на простому багатofакторному аналізі. Запропоновано та обґрунтовано комплексний показник ефективності обміну даними, в якому враховано як технічні показники (швидкість передавання даних, ймовірність і час доставки пакету, та інші), так і економічні параметри, наприклад, вартість розгортання та обслуговування мережі тощо.

Висновки. Розглянуто методiku оцінки ефективності передавання даних в глобальних обчислювальних мережах, яка ґрунтується на простому багатofакторному аналізі. За допомогою запропонованої методики проаналізовано ефективність передавання даних у мережах з різними технологіями, зокрема X.25 (v.34), Frame Relay, Fast Ethernet (0.1Gb, 1Gb, 10Gb, 40 Gb) за єдиними критеріями. Показано, що сьогодні найбільш ефективною технологією за сукупністю параметрів є 10Gb Ethernet. Новизна такого підходу полягає у можливості поєднання технічних та економічних параметрів ефективності обміну даними, що дозволяє ввести комплексний показник ефективності. Практичне використання запропонованого комплексного показника дозволить точніше оцінювати ефективність протоколів обміну даними, які використовуються в глобальних IP-мережах, економічні затрати щодо розгортання та обслуговування мережі, затрат на забезпечення необхідного показника якості обслуговування.

1047. Субботин С. А. Синтез нейро-нечетких диагностических моделей с хэширующим преобразованием в последовательном и параллельном режимах / С. А. Субботин, А. Ю. Благодарев, Е. А. Гофман // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 56-65.

Актуальность. Решена актуальная задача повышения скорости построения нейро-нечетких моделей по прецедентам.

Цель работы - создание метода синтеза нейро-нечетких сетей, обладающего высокой скоростью вычислений и позволяющего реализовать синтез нейро-нечетких сетей в параллельном режиме.

Метод. Предложен метод построения нейро-нечетких моделей по прецедентам, который осуществляет сокращение размерности входных данных посредством хэширующего отображения на одномерную ось с сохранением локальной топологии кластеров в признаковом пространстве, оценивает значимость признаков и экземпляров на основе выделенных кластеров, а также формирует разбиение исходного признакового пространства в автоматическом режиме, синтезирует структуру и настраивает параметры нейро-нечеткой модели автоматически, исключая из процесса обучения нейро-нечеткой модели малоинформативные данные, упрощая тем самым структуру получаемых моделей, а также позволяет наиболее вычислительно трудоемкие операции выполнять в параллельном режиме, что позволяет автоматизировать процесс синтеза нейро-нечетких моделей по прецедентам, а также повысить скорость построения нейро-нечетких моделей как при последовательной, так и при параллельной реализации вычислений.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, которое использовано при проведении вычислительных экспериментов по исследованию свойств метода.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного метода и реализующего его программного обеспечения, а также позволяют рекомендовать их для применения на практике для решения задач диагностирования и автоматической классификации по признакам.

1048. Суліма С. В. Гібридна система управління ресурсами для віртуалізованих мережесих функцій / С. В. Суліма, М. А. Скулиш // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – С. 16-23.

Актуальність. Проблема зростання мобільного трафіку даних та збільшення кількості сервісів набуває глобального рівня, крім того, збільшуються об'єми та частота надходження службового трафіку, що передається мережею, а тому виникає необхідність у його ефективному управлінні з метою забезпечення потрібної якості обслуговування користувачів та оптимального використання ресурсів мережі оператора зв'язку. В таких умовах навантаження на сервер, що створюється в процесі організації з'єднання та його обслуговування, має свої особливості. Динамічне управління ресурсами є корисним методом для роботи в умовах коливань, які спостерігаються у навантаженні систем зв'язку. Технологія віртуалізації дозволяє реалізувати даний підхід. Аналітична модель системи буде привабливою, оскільки вона зможе оцінити характеристики системи в широкому діапазоні умов і бути обчисленою порівняно легко. Вона також може залучати методи чисельної оптимізації для проектування системи.

Мета. Підвищення ефективності роботи мобільної мережі за допомогою оптимального виділення ресурсів у телекомунікаційному середовищі.

Метод. Аналіз відомих публікацій, присвячених віртуалізації мережесих функцій мобільної мережі, дав змогу виявити підхід до моделювання виділення ресурсів, а також показав відсутність рішень щодо важливих питань цього процесу (продуктивності управління, системи прогнозування навантаження).

Результати. Пропонується підхід до моделювання і дослідження системи гібридного динамічного управління ресурсами мережесих функцій, де ресурси віртуальним вузлам виділяються динамічно і опортуністично в залежності від передбачуваних потреб.

Висновки. У статті вирішено завдання побудови системи управління ресурсами для віртуалізованих мережесих функцій. Запропоновано метод адаптації величини інтервалу управління розподілом ресурсів мережесих функцій, який забезпечує динамічне налаштування роботи системи, що дозволяє зменшити кількість надлишкової службової інформації, яка передається в мережі, та розвантажити мережесі вузли. Побудовано модель системи обслуговування навантаження, за допомогою якої представлено метод прогнозування навантаження, який враховує як накопичені за довгий строк дані статистики, так і останні тенденції, які спостерігаються у мережі, що дозволяє досягати раціонального співвідношення затрат на управління та підсумкового значення якості обслуговування.

1049. Формальная модель ментального пространства проекта или программы / С. Д. Бушуев, Е. В. Веренич, Д. А. Бушуев, Р. Ф. Ярошенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 153-160.

Актуальность. Ментальное пространство проекта или программы является одним из четырех ментальных пространств, входящих в широкое ментальное пространство. Процесс внедрения проекта или программы будет успешным при однозначном понимании целей, задач, ценностей, подходов, методов проектного управления у всех участников разработки и реализации проекта или программы. Это позволит сократить время и усилия на преодоление непонимания между проектным менеджером/командой проекта, окружающей средой и заинтересованными сторонами. Отсутствие однозначного понимания часто приводит к задержкам в реализации проекта или программы, а иногда и к их неудаче. В связи с этим исследование и формализация ментального пространства проекта или программы является актуальным, поскольку позволяет проектным менеджерам увидеть зависимость между различными ментальными пространствами, входящими в широкое ментальное пространство, и использовать методы и подходы влияния на ментальное пространство проекта или программы для успешной их реализации.

Целью работы является исследование ментального пространства проекта или программы и его взаимодействия с другими ментальными пространствами, а также разработка формализованного описания такого пространства. В статье предложено использование методов математической теории множеств для представления формализованного описания ментального пространства проекта или программы.

Результатом исследования является объединение содержательного представления объектов исследования, фиксация их логической структуры и исследование логических свойств данного пространства.

Выводы. Научная новизна исследования состоит в создании и исследовании формализованной модели ментального пространства проекта или программы. Практическая апробация полученных результатов осуществлялась на примере одного из крупнейших инвестиционных, инфраструктурных, инновационных проектов Украины "Выдача государственных актов на право собственности на землю в сельской местности и развитие системы кадастра".

1050. Ходак М. В. Прикладные аспекты исследования интеллектуальных процессов на основе критериев надежности / М. В. Ходак, Е. И. Кучеренко, С. Н. Трохимчук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 66-73.

Актуальность. Сложность и неоднозначность подходов к системам терморегулирования, дает возможность удовлетворить большинству требований конечного потребителя. Подобные задачи решают путем создания гибких в управлении систем обеспечения терморегулирования. Основное функциональное требование к ним определяется условием теплового комфорта: поддержание заданной оптимальной температуры в допустимых пределах ее отклонения. Подобные системы работают в условиях неопределенности. В ходе решения подобных задач предложены и рассмотрены модели на основе нечеткой логики.

Цель. Моделирование нечеткого процесса на сетях для получения механизма устойчивого к конфликтным ситуациям. Для повышения производительности системы необходимо произвести оценку процессов надежности устройств.

Метод. Предложен новый метод исследования интеллектуальных процессов на основе критериев надежности. Данный метод основан на расширении сети, что позволяет раскрыть внешнюю и внутреннюю неопределенность в системе.

Результаты. Выполнен содержательный анализ существующих систем терморегулирования. Проведено моделирование адекватности процессов системы на основе свойств непротиворечивости, полноты, надежности, и выбора альтернатив моделируемых процессов. Также проведен анализ распределенных объектов теплоснабжения их кластеризация на основе плотности распределения признаков.

Выводы. Получены научные и практически значимые результаты позволяющие минимизировать вычислительные затраты, повысить достоверность в принятиях решений, а также более детальное дальнейшее обслуживание сложных производственных систем.

1051. Экспериментальные данные по определению динамических показателей прихода блочных симметричных шифров к состоянию случайной подстановки / И. В. Лисицкая, К. Е. Лисицкий, М. Ю. Родинко, И. А. Головки, И. И. Жариков, М. А. Корниенко, М. В. Кулеба // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – С. 129-141.

Актуальность. Объектом исследований данной работы являются процессы прихода блочных симметричных шифров к состоянию случайной подстановки.

Цель работы. Уточнение с помощью вычислительных экспериментов значений динамических показателей прихода ряда современных шифров к состоянию случайной подстановки, которые могут стать важными при сравнительной оценке их эффективности.

Метод. Методика выполнения экспериментов состоит при определении дифференциальных показателей в активизации шифров (программных моделей) наборами входных разностей и последующего определения минимального количества S-блоков активизируемых на первых циклах зашифрования, позволяющих получить значение дифференциальной вероятности соответствующее показателю стойкости рассматриваемого шифра. При определении линейных показателей перебираются ненулевые маски входов в S-блоки и ненулевые маски их выходов.

При этом на входе шифра активизируется один байт входного блока данных, причем выбирается байт, который активизирует минимальное число S-блоков первого цикла. Здесь под активным байтом (S-блоком) понимается байт (S-блок), с помощью которого для пары входов в шифр (в S-блок) формируется ненулевая входная (выходная) разность. Затем в режиме зашифрования полным перебором всех 256 битных однобайтовых разностей входа шифра определяется минимальное число активизируемых S-блоков на каждом из циклов, которые пересчитываются в числа циклов зашифрования, необходимых для прихода шифра к случайной подстановке. Близкая по смыслу процедура может быть выполнена и при анализе линейных показателей с использованием входных и выходных масок.

Результаты. Полученные результаты свидетельствуют о том, что конструкции первых цикловых преобразований блочных симметричных шифров играют важную роль в обеспечении динамических показателей прихода шифров к состоянию случайной подстановки, и существенно влияют на значения числа циклов, необходимых для обеспечения запаса их стойкости. Все рассмотренные (известные) конструкции современных 128-ми битных блочных симметричных шифров, за исключением шифров IDEA NXT, Калина, Мухомор и белорусского шифра, обеспечивают динамические показатели прихода к состоянию случайной подстановки превышающие три-четыре цикла.

Шифр Rijndael оказывается далеко не в лидерах по рассматриваемому показателю (для прихода к состоянию случайной подстановки ему необходимо 4-ре цикла).

Выводы. В работе решена задача уточнения и подтверждения с помощью вычислительных экспериментов эффективности новой методики оценки динамических показателей прихода шифров к состоянию случайной подстановки.

Научная новизна результатов статьи состоит в том, что впервые получены обоснованные объективные данные для значений числа циклов прихода к состоянию случайной подстановки ряда современных шифров.

Практическая значимость предлагаемой методики и представленных в работе результатов состоит в их конструктивизме. Они позволяют выполнить обоснование числа циклов шифрующих преобразований, которые обеспечивают достижение предельного уровня стойкости шифров.

1052. Fuzzy data clustering in the rank scale based on a double neo-fuzzy neuron / H. Zhengbing, Y. V. Bodyanskiy, O. K. Tyshchenko, V. O. Samitova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 1 (40). – P. 74-82.

Context. A task of data classification under conditions of clusters' overlapping is considered in this article. Besides that, it's assumed that information to be processed is given in the rank scale.

Objective. It's proposed to use a double neo-fuzzy neuron for classification which is a modification of a traditional neo-fuzzy neuron with specially designed asymmetrical membership functions and improved approximating properties.

Method. The double neo-fuzzy neuron (just like the traditional one) is designated for processing data given the scale of natural numbers. However, the situation may become complicated greatly if source data is not given in the numerical scale but in the ordinal one which is a quite common case for a wide variety of practical tasks.

Results. A gradient minimization procedure with a variable learning step parameter was used for learning the double neo-fuzzy neuron. The proposed approach to fuzzy classification for data given in the ordinal scale based on the double neo-fuzzy neuron which is learnt with the help of a high-speed algorithm possesses additional smoothing properties. The clustering accuracy for a training sample and the test one as well as the system's learning speed were measured during experiments. The proposed architecture of the double neo-fuzzy neuron is a sort of compromise between a traditional neo-fuzzy neuron and its extended modification. This architecture demonstrates good performance in those cases when the results' accuracy has more influence compared to the elapsed time used for data processing.

Conclusions. Experimental implementation (for both artificial and real-world data) proved efficiency of the proposed techniques. During the experiments, properties of the proposed system were studied which confirmed usability of the proposed system for a wide range of Data Mining tasks.

1053. The model for estimation of computer system used resources while extracting production rules based on parallel computations / A. A. Oliinyk, S. Y. Skrupsky, V. V. Shkarupylo, S. A. Subbotin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 1 (40). – P. 142-152.

Context. The task of production rules extraction while processing big arrays of data has been discussed. The problem of estimation of computer system used resources while extracting production rules based on parallel computations has been solved. The research object is the process of production rules extraction. The research subject lies in methods of parallel computer systems' resource planning.

Objective. The purpose of the work is a construction of the model for estimation parallel computer systems resources used to solve applied problems based on the parallel method of production rules extraction.

Method. The article deals with the model building of used resources estimation of parallel computer system while extracting production rules. The model for estimation of computer system used resources while executing the parallel method of method of production rules extraction is proposed. Synthesized model takes into account the type of computer system, the amount of processors involved to solving the task and the bandwidth of data transfer network. In addition, the model considers parameters of used mathematical equipment (the portions of parallel system nodes involved for production rules extraction based on decision trees, associative rules and negative selection). Also the parameters of solved application task are taken into account. They are the number of observations and the number of characteristics in a given set of data describing the results of observations of the object or process being studied. The synthesized neural model is a polylogarithmic. It allows estimating two characteristics of parallel computer system while executing the parallel method of production rules extraction. The first one is time used. And the second one is the volume of memory used.

Results. The software which implements the proposed model and allows predicting the time and the volume of memory used of parallel computer system while solving practice tasks has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the proposed software operability and allow recommending it for use in practice for solving the problems of big data processing. The prospects for further research may include the creation of parallel methods for feature selection, as well as an experimental study of proposed model on more complex practical problems of different nature and dimensionality.

№ 2

1054. Бердник М. Г. Математична модель і метод рішення просторової узагальненої крайової задачі теплообміну порожнього кусково-однорідного циліндра, який обертається / М. Г. Бердник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 25-32.

Актуальність. У феноменологічній теорії теплопровідності передбачається, що швидкість поширення тепла є нескінченно великою. Однак при високих інтенсивних нестационарних процесах, що спостерігаються, наприклад, при вибухах, надзвукових потоках, великих швидкостях обертання використання цього припущення приводить до помилок, тому необхідно враховувати, що розповсюдження теплоти проходить з кінцевою швидкістю.

Мета. Розробка нової узагальненої математичної моделі температурних розподілів у порожньому кусково-однорідному циліндрі у вигляді крайової задачі математичної фізики для рівняння теплопровідності, та розв'язання отриманої крайової задачі.

Метод. Застосовування відомих інтегральних перетворень Лапласа, Фур'є, а також розробленого нового інтегрального перетворення для кусково-однорідного простору.

Результати. Знайдено нестационарне температурне поле порожнього кругового циліндра в циліндричній системі координат, кусково-однорідного в напрямку полярного радіуса, який обертається з постійною кутовою швидкістю навколо осі OZ , з урахуванням кінцевої швидкості поширення тепла. Теплофізичні властивості в кожному шарі не залежать від температури за умови ідеального теплового контакту між шарами, а внутрішні джерела тепла відсутні.

Висновки. Вперше розроблена математична модель температурних розподілів у порожньому кусково-однорідному циліндрі, який обертається з постійною кутовою швидкістю навколо осі OZ з урахуванням кінцевої швидкості поширення тепла, у вигляді крайової задачі математичної фізики для гіперболічних диференціальних рівнянь теплопровідності з граничними умовами першого роду. Теплофізичні властивості якого в кожному шарі не залежать від температури за умови ідеального теплового контакту між шарами, а внутрішні джерела тепла відсутні. Розроблено нове інтегральне перетворення для кусково-однорідного простору, за допомогою якого знайдено температурне поле порожнього кусково-однорідного кругового циліндра у вигляді збіжних ортогональних рядів по функціям Бесселя і Фур'є. Знайдений аналітичний розв'язок узагальненої крайової задачі теплообміну циліндра, який обертається, з урахуванням скінченності величини швидкості поширення тепла може знайти застосування при модулюванні температурних полів, які виникають у багатьох технічних системах (в супутниках, прокатних валках, турбінах і т. ін.).

1055. Боровик О. В. Оцінка ефективності функціонування системи оптико-електронного спостереження / О. В. Боровик, Р. В. Рачок, М. М. Дармороз // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 93-99.

Актуальність. В охороні державного кордону України використовується нова система оптико-електронного спостереження (СОЕС). Проте її потенційні можливості не реалізовані повною мірою. Однією з причин цього є відсутність науково-методичного апарату оцінки ефективності її функціонування при врахуванні різноманітних факторів природного і техногенного характеру. Останнє робить актуальним проведення відповідного дослідження.

Мета. Метою роботи є розробка методики оцінки ефективності функціонування СОЕС.

Метод. У роботі запропоновані показники ефективності функціонування окремих технічних засобів спостереження та їх комплексного використання з однієї вежі системи оптико-електронного спостереження. Також у роботі запропоновано новий показник ефективності функціонування системи оптико-електронного спостереження. У показнику враховано особливості ведення спостереження з комплексним використанням різних технічних засобів охорони кордону в різних умовах природного і техногенного характеру та з урахуванням рельєфу місцевості. Обґрунтування доцільності їх застосування передбачало використання ймовірнісно-статистичних методів.

Результати. На основі інформації про цифрові характеристики рельєфу досліджуваної ділянки здійснено визначення недоступних для спостереження ділянок місцевості, так званих "мертвих зон". Запропоновано методику обчислення показника ефективності функціонування системи оптико-електронного спостереження. Наведений опис алгоритмічної і програмної реалізації цієї методики. З використанням розробленого програмного забезпечення проведений аналіз особливостей функціонування існуючої системи оптико-електронного спостереження, визначені основні проблемні аспекти та напрями підвищення ефективності функціонування СОЕС.

Висновки. Сучасна побудова СОЕС не є оптимальною. Можливими напрямками підвищення ефективності її функціонування можуть бути оптимізація розстановки веж системи на місцевості, коригування висоти розміщення на вежах технічних засобів спостереження та вдалий підбір самих технічних засобів спостереження.

1056. Гусев В. Б. Анализ решений на основе экспертных данных и рефлексивных процедур вывода / В. Б. Гусев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 142-149.

Актуальность. При принятии решений достаточно распространена ситуация, когда сложные объекты управления функционируют в условиях неопределенности и характеризуются наличием нескольких критериев выбора, а также наличием параметров, плохо поддающихся измерению или имеющих качественный характер. В таких ситуациях для получения оценок и принятия решений разумно применять экспертные подходы. Это в свою очередь требует разработки специальных методов формализации рассматриваемых объектов и систем управления, а также соответствующих процедур численной обработки экспертных данных.

Цель. Целью работы является разработка процедур расчета оценок для последствий взаимодействия факторов управления на основе экспертных данных и метода выбора рациональных решений при наличии нескольких критериев.

Метод. Предметом рассмотрения является метод экспертного анализа, использующий рефлексивные процедуры многозначного логического вывода для получения транзитивного замыкания оценок взаимного влияния факторов и метод принятия решений на основе сбалансированного учета нескольких критериев.

Результаты. Предложенный метод принятия решений включает две составляющие: процедуру рефлексий для расчета транзитивного замыкания первичных оценок и процедуру формирования взвешенного критерия для сбалансированного учета нескольких критериев, учитывающих различные аспекты выбора. В ситуации двухкритериальности введен гибкий критерий, формирование которого основано на балансировке (учете степени важности) максиминного и минимаксного значений исходных критериев и на использовании релевантного подмножества учитываемых факторов. В качестве примера приведен расчет рационального выбора структуры нематериальных активов предприятия.

Выводы. Специфика рассмотренного подхода, обладающего принципиальной новизной, заключается в учете неопределенности, заключенной, как в свойствах экспертных данных, так и в наличии нескольких критериев выбора. Применение алгебры многозначной логики в процедуре рефлексий позволяет наиболее адекватно учитывать экспертные данные при оценивании вариантов принятия управленческих решений. Гибкий критерий является атрибутом самоорганизации управляемой системы. Разработанный метод экспертного анализа факторов управления, учитывающий последствия их взаимодействия, позволяет оценивать и выделять наиболее значимые факторы с точки зрения заданных критериев, принимать рациональные решения как для оперативного реагирования на сложившуюся ситуацию, так и при долгосрочном и стратегическом планировании. Численный пример представляет информативную демонстрацию эффективности предложенного подхода.

1057. Жарикова М. В. Модель территориальной системы в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера / М. В. Жарикова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 33-43.

Актуальность. В статье рассматривается динамическая пространственная модель территориальной системы в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера, предназначенная для решения задач поддержки принятия решений и представляющая собой модель сложной динамической системы. Анализ литературных источников показал, что применение устоявшихся подходов для рассматриваемого класса сложных динамических систем не обеспечивает требуемого быстрого действия и приемлемой эффективности систем поддержки принятия решений. Это обуславливает актуальность дальнейшего поиска нетрадиционных моделей и методов поддержки принятия решений, способных обеспечить выполнение предъявляемых к подобным системам требований по быстродействию и эффективности.

Цель. Целью исследования является уменьшение убытков от чрезвычайных ситуаций природного характера за счет повышения качества и своевременности прогнозирования динамики территориальных систем в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера.

Метод. Концепция территориальной системы в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера представлена в виде наложения статических и динамических топологических пространств, порожденных отношением неразличимости, каждое из которых позволяет представлять географическую и атрибутивную информацию о природных условиях, о требующих защиты ценных объектах, а также о динамике чрезвычайных ситуаций природного характера. Модель динамики чрезвычайных ситуаций природного характера построена на основе дискретизации пространства сеткой равновеликих квадратных ячеек и представлена в виде нечеткого динамического топологического пространства во множестве ячеек.

Результаты. На основе разработанной концепции и модели создана географическая веб-ориентированная система поддержки принятия решений. Были проведены эксперименты, которые показали, что предложенная модель чрезвычайных ситуаций природного характера может обеспечить приемлемые характеристики по точности и быстродействию при дискретизации пространства (местности) с размерами ячеек от 8 м до 18 м.

Выводы. Впервые разработана концепция представления территориальных систем в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера в виде наложения статических и динамических топологических пространств. Впервые разработана формальная модель динамики чрезвычайных ситуаций природного характера в виде движения граничной области нечетко-приближенного множества, что позволило снизить вычислительную сложность и обеспечить приспособление к условиям неполной и неточной информации. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенную концепцию и метод, на основе которого решена практическая задача поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера.

1058. Лобов В. Й. Моделювання системи автоматичного регулювання швидкістю випалювальних візків конвеєрних машин / В. Й. Лобов, К. В. Лобова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 160-171.

Актуальність. Вирішено актуальну задачу розробки сучасних математичних моделей для дослідження регулювання швидкістю випалювальних візків конвеєрної машини, що дозволяє підтримувати заданий рівень висоти шару котунів та забезпечує оптимальний технологічний процес по випалу котунів і максимальну продуктивність.

Мета роботи - представлення результатів розробки математичної моделі для регулювання швидкості випалювальних візків конвеєрної машини із реалізацією сучасної SCADA-системи для управління продуктивністю конвеєрної машини шляхом регулювання швидкості переміщення її випалювальних візків, що приводить до зміни висоти шару котунів на цих візках.

Метод. Для оцінювання динамічних характеристик системи електроприводу і моделювання регулювання швидкості переміщення випалювальних візків конвеєрної машини використувано потужний і універсальний метод дослідження - графічне середовище імітаційного моделювання Simulink, що є додатком до пакету для числового аналізу MATLAB. При моделюванні з використанням Simulink використовується принцип візуального програмування, відповідно до якого, користувач на екрані з бібліотеки стандартних блоків створює модель пристрою і здійснює розрахунки.

Результати. У запропонованій математичній моделі використовуються вихідні дані конвеєрних машин ОК-306 та LURGI-278. Для побудови математичної моделі автоматизованої системи регулювання швидкості переміщення випалювальних візків конвеєрної машини виконані розрахунки передавальних функцій елементів, що входять у цю систему. У математичній моделі асинхронний двигун представлений спрощеною механічною та електромагнітною ланками зі зворотнім зв'язком по швидкості, які визначені передавальними функціями. У результаті моделювання отримані перехідні процеси при регулюванні висоти шару котунів на випалювальних візках та визначено їх вплив на продуктивність конвеєрної машини.

Для доцільності удосконалення АСУТП фабрики огрудкування за рахунок використання математичної моделі для регулювання швидкості руху випалювальних візків розроблена сучасна модель інтерфейсу SCADA-системи, що працює в реальному часі, та дає можливість оперативного диспетчерського управління. Оскільки у системах автоматизованого управління провідні фабрики огрудкування використовують інструментальну систему SCADA TRACE MODE 6, то систему регулювання висоти шару котунів доцільно розробляти з використанням SCADA TRACE MODE 6.

Висновки. На основі використання вихідних даних технологічного процесу випалу котунів на конвеєрній випалювальній машині та виконаних розрахунків у графічному середовищі Simulink MATLAB побудовано математичну модель системи для регулювання швидкості випалювальних візків конвеєрної машини, що відповідно до технологічного процесу дозволяє досліджувати вплив на процес випалу котунів за рахунок керування висотою шару котунів і продуктивністю конвеєрної машини.

Запропоновану сучасну модель інтерфейсу SCADA-системи, що працює в реальному часі та дає можливість оперативного диспетчерського управління, може бути використано в реальних промислових умовах.

1059. Маляр М. М. Модель інформаційної технології оцінювання ризику фінансування проектів різного походження / М. М. Маляр, В. В. Поліщук, М. М. Шаркаді // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 44-52.

Актуальність. Проведено дослідження актуальної задачі розроблення математичної моделі інформаційної технології оцінювання ризику проектів відносно рівня безпеки їх фінансування, з використанням нечіткої математики, для різних інвестиційних суб'єктів. Розробка такої технології дасть можливість адекватно підійти до розгляду проектів, підвищити ступінь обґрунтованості прийняття рішень щодо інвестування і основне підвищити економічну та управлінську безпеку.

Метою даної роботи є розроблення нечіткої математичної моделі інформаційної технології для оцінювання ризику комерційних проектів відносно рівня безпеки їх фінансування.

Методи. Розроблено дворівневу нечітку математичну модель отримання агрегованої оцінки ризику проекту для об'єднання думок експертів за групами критеріїв у остаточну оцінку та ступінь ризику проекту. Сформовано множину критеріїв для оцінювання ризику проектів різного походження, які розбито на групи. Сформульовано правила належності результуючої терм-оцінки за групами критеріїв ризику для побудови її бази знань. Представлено модель оцінювання ризику відносно рівня безпеки фінансування проекту, що використовує системний підхід на основі: нечітких моделей оцінювання проекту в залежності від його походження; нечіткої моделі оцінювання галузі економіки в якій буде реалізований комерційний проект та агрегованої оцінки ризику проекту.

Результат. Отриманим результатом дослідження є модель оцінювання ризику комерційних проектів відносно рівня безпеки їх фінансування, виходом якої є лінгвістична оцінка по розглядуваному проекту. Раціональність такої оцінки доводять переваги розробленої моделі.

Висновки. У роботі розв'язано науково-прикладне завдання розроблення математичної моделі інформаційної технології для оцінювання ризику комерційних проектів відносно рівня безпеки їх фінансування. Розроблено модель оцінювання проектів різного походження за умов нечітких експертних оцінок на основі апарату нечітких множин і нечіткої логіки.

Практичне значення одержаних результатів, а саме розробленої моделі оцінювання ризику відносно рівня безпеки фінансування проекту, може бути втілена у роботу інвестиційних і венчурних фондів. Розроблена модель буде корисним інструментом при підвищенні рівня безпеки та обґрунтованості прийняття рішень інвестиційними суб'єктами, які бажають фінансувати комерційні проекти різного походження.

1060. Метод ідентифікації моделей об'єктів із розподіленими параметрами з просторово розподіленим керуванням на основі аналізу інтервальних даних / М. П. Дивак, Н. П. Порплиця, Ю. Б. Масляк, А. В. Пукас, А. М. Мельник // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 150-159.

Актуальність. В теорії ідентифікації систем розроблено ряд методів для побудови моделей об'єктів з розподіленими параметрами. Основою математичних моделей таких об'єктів являються системи диференціальних рівнянь в частинних похідних або їх різнищеві аналоги. Разом з тим, для синтезу різницевого аналога необхідно використовувати методи структурно-параметричної ідентифікації. Переважно такі методи ґрунтуються на випадкових даних експерименту і похибки вимірювань не враховуються. У випадку урахування похибок вимірювань отримуємо дані в інтервальному вигляді. Останнім часом для розв'язування задач структурної ідентифікації математичних моделей використовують поведінкові моделі медоносних бджіл, які в літературі називають алгоритми бджолиної колонії (АБК). Разом з тим, випадки структурної ідентифікації математичних моделей на основі аналізу інтервальних даних, коли об'єкт з розподіленими параметрами містить просторово розподілені керуючі фактори, в літературі не розглянуто, однак є актуальними для задач моделювання просторового розподілу концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері, задач температурно-керованого сушіння тощо.

Мета роботи - адаптація відомих методів АБК для розв'язування задачі структурно-параметричної ідентифікації моделей об'єктів з розподіленими параметрами з додатковим урахуванням просторово розподіленого керування.

Метод. Структурну та параметричну ідентифікацію здійснено на основі методу аналізу інтервальних даних. В запропонованому методі оператори синтезу структури моделі, на відміну від існуючих методів, побудовано на застосуванні роєвого інтелекту, зокрема, на основі алгоритму бджолиної колонії.

Результати. Наведено приклад застосування методу для задачі моделювання процесу сушіння гіпсокартону на завершальній стадії його виробництва. Змодельовано два режими представлення просторово розподіленого керування у вигляді температурного поля сушильної камери. Побудована математична модель адекватно відображає розподіл вологості на листі гіпсокартону при реалізації процесу його сушіння.

1061. Молодецька-Гринчук К. В. Метод виявлення ознак інформаційних впливів у соціальних інтернет-сервісах за змістовними ознаками / К. В. Молодецька-Гринчук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 117-126.

Актуальність. Сьогодні соціальні інтернет-сервіси перетворилися на ефективний інструмент комунікації між учасниками віртуальних спільнот - акторами. З огляду на високу швидкість поширення контенту, транскордонність процесів взаємодії акторів, наявність засобів для їх організації у групи, соціальні-інтернет сервіси можуть застосовуватися як дієвий засіб проведення інформаційних операцій проти людини, суспільства, держави. В процесах комунікації акторів у віртуальних спільнотах найчастіше використовується текстовий контент. Розроблення ефективних алгоритмів функціонування системи забезпечення інформаційної безпеки держави для вирішення проблеми моніторингу текстового контенту соціальних інтернет-сервісів є актуальним теоретико-прикладним завданням.

Мета. Метою досліджень є обґрунтування й розроблення методу виявлення інформаційних впливів у соціальних інтернет-сервісах за змістовними ознаками для підвищення ефективності системи забезпечення інформаційної безпеки держави.

Метод. Розроблений метод ґрунтується на сучасних підходах до інтелектуального аналізу текстового контенту - латентно-семантичному індексуванню і семантичному аналізі на базі онтологій.

Результати. В результаті латентно-семантичного індексування відбирається релевантний заданій тематиці текстовий контент на основі його змісту і без врахування щільності ключових слів. На етапі семантичного аналізу реалізовано процедури подальшого виявлення небезпечних семантичних конструкцій у відібраному текстовому контенті. У випадку детектування суперечливих фрагментів текстового контенту і онтології та після їх аналізу експертами виконується наповнення онтологічних баз знань шаблонами загроз інформаційній безпеці у соціальних інтернет-сервісах. Таким чином, комбінація методів латентно-семантичного індексування і семантичного аналізу забезпечує взаємну компенсацію їх недоліків та виявлення прихованих залежностей між мовними одиницями.

Висновки. Завдяки розробленому методу виявлення ознак інформаційних впливів у соціальних інтернет-сервісах автоматизуються процедури ідентифікації у віртуальних спільнотах інформаційних операцій, направлених проти інформаційної безпеки людини, суспільства, держави. Застосування запропонованого методу виявлення ознак інформаційних впливів дозволяє підвищити ефективність і швидкодію системи забезпечення інформаційної безпеки держави в соціальних інтернет-сервісах як складової національної безпеки України.

1062. Москаленко В. В. Інформаційно-екстремальний алгоритм функціонування системи розпізнавання об'єктів на місцевості з оптимізацією параметрів екстрактора ознак / В. В. Москаленко, А. Г. Коробов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 61-69.

Актуальність теми статті полягає в тому, що питання вибору параметрів екстрактора ознак та алгоритму класифікаційного аналізу за умов апіорної невизначеності, ресурсних та інформаційних обмежень є недостатньо дослідженим і в повній мірі досі не вирішене.

Мета статті - підвищити в інформаційному та вартісному сенсі ефективність функціонування автономної системи розпізнавання об'єктів на місцевості, що функціонує в режимах навчання та експлуатації за умов обмежених обсягів навчальної вибірки шляхом оптимізації параметрів екстрактора ознак та класифікатора спостережень.

Методи дослідження базуються на алгоритмах цифрової обробки та аналізу зображень для формування дескрипторів об'єктів інтересу, на принципах математичної статистики та теорії інформації для оцінки функціональної ефективності вирішальних правил, положеннях теорії популяційних алгоритмів для оптимізації параметрів системи та сканування зображень.

Результати - розроблений алгоритм машинного навчання з грубим двійковим кодуванням спостережень та модифікація ройового алгоритму оптимізації параметрів функціонування системи розпізнавання дозволяє отримати за вибірками малого обсягу вирішальні правила з достовірністю, що наближається до граничного максимального значення. При цьому експериментально показано перевагу використання ройового алгоритму сканування зображень, яка полягає у трикратному підвищенні швидкодії порівняно з відомими алгоритмами RASW та ESS.

Висновки. Запропоновано метод синтезу інформаційно-екстремального класифікатора зображень з грубим двійковим кодуванням розріджених гістограм частоти появи візуальних слів, що дозволяє одержати обчислювально ефективні вирішальні правила. Удосконалено метод популяційного пошуку для настроювання параметрів екстрактора ознак, що дозволяє отримати оптимальні в інформаційному та вартісному сенсі параметри функціонування системи розпізнавання за декілька ітерацій роботи алгоритму. Практична цінність результатів полягає в отриманні робочих алгоритмів проектування здатної навчатися системи розпізнавання зображень, що функціонує за умов ресурсних та інформаційних обмежень.

1063. Погосов А. Ю. Модели прикладной информатики учета кинетики кибернетических угроз в системе физической защиты АЭС / А. Ю. Погосов, О. В. Деревянко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 53-60.

Актуальность. Рассмотрены актуальные подходы к превентивным оценкам и математическому моделированию процессов кибернетических атак и поступления внешних техногенных информационных угроз, которые могут быть направлены на систему физической защиты энергоблоков современных атомных электрических станций.

Цель работы - адаптация известных математических моделей кинетики кибератак для использования в системе информационной безопасности и физической защиты АЭС к современным и прогнозируемым условиям.

Метод. Предложен метод адаптации модельных зависимостей, отражающих кинетику кибератак условиям эксплуатации защищаемых объектов атомной энергетики. Для совершенствования модельных зависимостей предложено модифицировать классическую функцию Ферхюльста и при математическом моделировании кибернетических атак на объекты атомной энергетики использовать соответствующую трансформацию логистической кривой, которая имеет характерную особенность в виде четко выраженного максимума.

Результаты. Предсказано, что модельная зависимость потока внешних по отношению к АЭС кибернетических угроз может характеризоваться чередованием минимумов и максимумов, что указывает на возможность колебательного характера развивающегося процесса. Также выдвинута и обоснована гипотеза о том, что система физической, и в частности, кибернетической, защиты АЭС может характеризоваться временным запаздыванием, что с учетом возможного колебательного характера процесса поступления информационных угроз создает предпосылки для развития колебательной неустойчивости. Результаты, полученные в ходе исследований, носят прикладной характер, могут быть использованы для проведения широкомасштабных экспериментов и прогнозирования параметров направленных на АЭС возможных кибернетических угроз с целью их упреждения и превентивного обеспечения информационной безопасности современных ядерных энерготехнологий.

Выводы. Рекомендуемые к использованию модельные зависимости впервые адаптированы к условиям эксплуатации объектов атомной энергетики, учитывают факторы противодействия угрозам и обстоятельства, связанные со специфическим временным запаздыванием.

Впервые показано, что существует возможность как экстремального, так и колебательного характера зависимости интенсивности кибернетических атак, направленных на систему программно-технических средств информационной безопасности АЭС. Новый подход позволяет предположить реальность развития неустойчивого колебательного процесса в системе "нападение - защита" и дает возможность превентивной оценки соответствующих запасов устойчивости.

Практическая значимость состоит в том, что полученные результаты позволяют реалистично оценивать время наступления ожидаемых изменений текущей зависимости кибератак и использовать эти знания для организационно-технической подготовки средств защиты и заблаговременного упреждения ИТ-угроз.

1064. Поповский В. В. Метод обнаружения сигналов первичных пользователей в когнитивных радиосетях / В. В. Поповский, А. В. Коляденко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 7-15.

Актуальность. С появлением сетей мобильной связи сигнально-помеховая обстановка стала резко усложняться. Все возрастающее количество радиоэлектронных средств различного назначения приводят к образованию множественного характера электромагнитных взаимодействий между ними. Одновременно с этим еще важнее становится дефицит частотного ресурса, обостряется проблема электромагнитной совместимости. Найти пути решения данной проблемы можно, используя когнитивное распределение частотного ресурса с повторным использованием частот. Таким образом, оптимизация распределения частотного ресурса в когнитивных радиосетях и разработка алгоритма распределения частотного ресурса с повторным использованием частот является актуальной научной задачей.

Цель. Целью исследования является обеспечение электромагнитной совместимости при когнитивном распределении ресурсов в сети мобильной связи. Методы исследований базируются на основных положениях радиофизики, теории электросвязи, системного анализа, математической статистики, теории вероятностей, теории оптимизации, математического и имитационного моделирования.

Результаты. Ситуацию и самую электромагнитную обстановку в сетях мобильной связи сильно усложняет тот факт, что в эту обстановку вносятся различные часто случайные факторы, носящие трудно прогнозируемый характер. В этих условиях рассчитать заранее электромагнитную обстановку и решить задачу электромагнитной совместимости с достаточной точностью не всегда удастся, а часто просто невозможно из-за априорной неопределенности. Задачу электромагнитной совместимости для сетей мобильной связи необходимо решать на стадии ее функционирования в реальном масштабе времени. Предложен алгоритм решения задачи оптимизации распределения частотного ресурса для сетей мобильной связи. В основе алгоритма лежит метод локальной оптимизации - один из приближенных методов дискретного программирования. В данном случае условием локальной оптимальности является то, что рабочая частота, которая присваивается очередной абонентской станции должна быть близкой к присвоенной на предыдущем шаге частоте, но при этом должны быть выполнены требования электромагнитной совместимости.

Выводы. Впервые разработан метод обеспечения электромагнитной совместимости при распределении частотного ресурса в сети мобильной связи, который состоит из алгоритма с повторным использованием частот. Использование данного метода позволяет сократить полосу частот в 2-3 раза.

1065. Сердюк М. Є. Комп'ютерна система локалізації та видалення тіней / М. Є. Сердюк, В. Г. Беркут // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 127-133.

Актуальність. Наявність затінених ділянок на цифрових зображеннях може спричиняти проблеми в процесах розпізнавання, відстеження, класифікації об'єктів. Тому виявлення та видалення тіней є важливим етапом попередньої обробки зображень, яка застосовується в багатьох алгоритмах комп'ютерного зору.

Мета. Метою роботи є пошук ефективних методів автоматичного виявлення та видалення тіней та розробка програмної системи, яка реалізує відповідну обробку зображень.

Методи. В роботі розглянуто декілька підходів до процесів виявлення та перетворення затінених ділянок, проаналізовано застосовність їх до тіней різних типів. Для локалізації тіней в роботі використано метод з переходом до кольорового простору Lab та метод з попереднім видаленням текстури. Для видалення тіней використано чотири методи: адитивний, на основі математичної моделі тіні, з переходом до Lab-простору, константний. Запропоновано модифікації деяких етапів з метою покращення практичних результатів.

Результати. Розроблена комп'ютерна система, в якій реалізовано автоматичне виявлення та усунення тіней з використанням зазначених методів, які обираються в залежності від характеру затінених областей. Деякі параметри методів доступні для налаштування. Система протестована на низці зображень. Проаналізовано якість та швидкість роботи реалізованих методів. Наведені результати обробки зображень різними методами.

Висновки. Реалізовані в представленій комп'ютерній системі методи локалізації та видалення тіней з запропонованими модифікаціями ефективно працюють на зображеннях різних типів. Додаткове налаштування параметрів дозволяє покращити результати в деяких складних випадках. Система може бути застосована для попередньої обробки зображень з метою запобігання помилкам в подальшій роботі алгоритмів комп'ютерного зору.

1066. Субботин С. А. Метрики качества выборок данных и моделей зависимостей, основанные на фрактальной размерности / С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 70-81.

Актуальность. Рассмотрена задача автоматизации формирования выборок из исходных выборок большого объема для построения моделей по прецедентам. Объектом исследования являлась модель качества выборки для построения моделей по прецедентам.

Цель работы - создание набора показателей для оценки качества выборок, имеющих единую природу, на основе принципов фрактального анализа.

Метод. Предложен комплекс показателей, позволяющих характеризовать качество подвыборок относительно исходной выборки с единых позиций на основе принципов фрактального анализа. Предложены методы определения фрактальной размерности выборки, оперирующие прямоугольными блоками одинакового размера, покрывая ними пространство признаков: не учитывающий характеристики синтезируемой модели, учитывающий ошибку (точность), синтезируемой модели, а также учитывающий точность и сложность синтезируемой модели. Наряду с фрактальной размерностью также предложен метод определения показателей качества выборки на основе принципа массовой размерности применительно к анализу данных. Предложенный метод разбивает пространство признаков на кластеры одинакового размера и формы. Варьируя размер кластера, метод позволяет получать различные уровни детализации выборки. Метод позволяет определить центр масс класса в выборке, среднее расстояние между экземплярами кластера, нормированное среднее отклонение расстояний между экземплярами от их среднего, массу и плотность экземпляров кластера, объем и площадь поверхности прямоугольного кластера, отношение объема к площади поверхности кластера, средневзвешенную равномерность расположения экземпляров в кластерах класса, массу и плотность экземпляров класса, средневзвешенную равномерность расположения экземпляров выборки.

Результаты. Разработанные показатели реализованы программно и исследованы при решении задачи классификации ирисов Фишера.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач диагностирования и автоматической классификации по признакам. Перспективы дальнейших исследований могут заключаться в создании параллельных методов расчета комплекса предложенных показателей, оптимизации их программных реализаций, а также экспериментальном исследовании предложенных показателей на большем комплексе практических задач разной природы и размерности.

1067. Трифонова К. О. Метод виявлення порушення цілісності цифрового зображення шумом Перліна / К. О. Трифонова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 134-141.

Актуальність. На сьогоднішній день інформатизація є одним з пріоритетних напрямків розвитку всіх економічних галузей. Процес впровадження нових інформаційних технологій в усі сфери життя суспільства неможливий без вирішення питання інформаційної безпеки. Складовою частиною якого, є розробка методів визначення автентичності цифрових зображень, побудова яких в багатьох областях має визначальне значення. Все це робить тему даної роботи надзвичайно актуальною.

Мета. Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язані наступні задачі. Виконано дослідження параметрів цифрового зображення, наявність або відсутність характерних ознак яких надає можливість встановити порушення цілісності цифрового зображення для поданого способу фальсифікації. Запропоновано використовувати для виявлення фальсифікації наступну форму сингулярних чисел, як параметрів цифрового зображення, що однозначно визначають матрицю цифрового зображення - дискретну функцію швидкості зміни відношення сингулярних чисел блоку. На основі поданої форми параметрів цифрового зображення розроблено спосіб підвищення ефективності метода виявлення фальсифікації.

Метод. У роботі представлено метод виявлення фальсифікації цифрового зображення, розроблений на основі загального підходу, що базується на використанні матричного аналізу, теорії збурень, та надає можливість для розв'язку задачі виявлення порушення цілісності цифрового сигналу. Під фальсифікацією цифрового зображення у роботі розуміється порушення цілісності цифрового зображення, що засновано на моделюванні візуально реалістичного природного явища, хмар та неба, в результаті генерації шуму Перліна.

Результати. З метою перевірки ефективності модифікованого методу виявлення фальсифікації, проведено розрахунковий експеримент для цифрових зображень, що зберігались без втрат, з визначення помилок першого та другого роду.

Висновки. Наукова новизна роботи полягає в наступному: представлено спосіб підвищення ефективності методу виявлення фальсифікації, в результаті генерації шуму Перліна, на основі застосування замість дискретної функції сингулярних чисел блоку, дискретної функції швидкості зміни відношення сингулярних чисел блоку матриці зображення. Результатом роботи є програмний продукт для виявлення порушення цілісності цифрового зображення, на основі шуму Перліна, що може бути використаний для доповнення комплексної системи виявлення порушення цілісності цифрових зображень.

1068. Хобін В. А. Принципи, алгоритми і результати підвищення ефективності самоналагоджувальної системи керування об'єктом технологічного типу / В. А. Хобін, М. В. Левінський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 2 (41). – С. 172-181.

Актуальність. Самоналагодження параметрів регуляторів є актуальним при керуванні об'єктами технологічного типу, тому що зміни властивостей сировини й енергоносіїв, деградація устаткування в ході технологічного процесу змінюють не тільки значення керованих змінних, але й характер власного руху систем автоматичного регулювання в замкнутому контурі. У математичних моделях такі впливи відносять до параметричних збурень і відображають їх у тому числі за допомогою змінного коефіцієнта передачі об'єкта керування. Для ряду технологічних об'єктів керування діапазон його зміни може перевищувати значення десять. При цьому типові системи регулювання з незмінними параметрами регулятора втрачають стійкість і переходять у позиційний режим роботи. Щоб зберегти компроміс між показниками якості й стійкістю процесів у системі з такими об'єктами, необхідно використовувати самоналагодження параметрів регулятора.

Мета. Підвищення ефективності самолагоджувальної системи керування, яка для ідентифікації змінного коефіцієнта передачі об'єкта керування використовує складову власного руху.

Метод. Пропонується вдосконалення принципів і алгоритмів роботи самолагоджувальної системи, які підвищують її стійкість і динамічну точність. Для цього в склад вихідної системи включаються нові ланки і зв'язки. Враховуючи наявність у системі нелінійних і нестационарних ланок, для її дослідження обрано імітаційне моделювання в середовищі Simulink пакета програм Matlab.

Результати. Сплановані і проведені комп'ютерні експерименти з моделями альтернативних структур системи за умов, які наближені до реальних умов її функціонування. Проведене тестування типовими моделями змін коефіцієнта передачі об'єкта. Отримані графіки і числові показники, що характеризують ефективність роботи самоналагоджувальної системи вихідної і удосконаленої структур.

Висновки. Для підвищення стійкості і динамічної точності системи необхідно зменшити інерційність її контуру самоналагодження, вплив фазових зрушень фільтрованих змінних у цьому контурі на формування оцінок імовірносних характеристик, а також вплив коефіцієнта передачі об'єкта на похибку регулювання контуру самоналагодження.

1069. Ципоренко В. В. Дослідження ефективності антенних решіток різної конфігурації для кореляційно-інтерферометричного пеленгування / В. В. Ципоренко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 16-24.

Актуальність. Завадостійкість радіопеленгаторів суттєво залежить від параметрів їх антено-фідерних систем і конфігурації антенних решіток. Тому дослідження ефективності просторово-частотної селективності антенних решіток різної конфігурації є актуальною задачею.

Мета. Метою статті є дослідження впливу параметрів просторово-частотної селективності різних конфігурацій антенних решіток на завадостійкість кореляційно-інтерферометричних пеленгаторів.

Метод. В роботі виконано аналітичні дослідження та експериментальні дослідження залежності ефективності просторово-частотної селективності розглянутих конфігурацій антенних решіток від їх основних параметрів.

Результати. В роботі виконано дослідження використання можливих варіантів конфігурації та ефективності антенних решіток для кореляційно-інтерферометричного пеленгування. Визначені основні параметри антенних решіток, що впливають на завадостійкість кореляційно-інтерферометричних пеленгаторів. Показано, що при покращенні параметрів селективності антенних решіток, таких як рівень бічних пелюсток, ширина головної пелюстки, коефіцієнт спрямованої дії і коефіцієнт шумової ширини головної пелюстки діаграми спрямованості та незмінній кількості радіоканалів, ефективність конфігурації антенної решітки радіопеленгатора буде збільшуватись. Запропоновано варіант оцінки ефективності просторово-частотної селективності конфігурацій антенних решіток, що кількісно враховує усі основні особливості реалізації їх просторового та часово-частотного тракту та визначає їх завадостійкість.

Висновки. Порівняльний аналіз ефективності можливих конфігурацій антенних решіток показав, що при високому рівні завад суттєво кращу ефективність та перспективність застосування має система з двох ортогональних лінійних антенних решіток. Її ефективність на 20дБ більша порівняно з кільцевою антенною решіткою.

1070. Kolpakova T. Integrated method of extraction, formalization and aggregation of competitive agents expert evaluations in a group / T. Kolpakova, A. Oliinyk, V. Lovkin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – P. 100-108.

Context. The problem of extraction, formalization and aggregation of expert evaluations performed during selection of the best solution from possible alternatives set was considered. The problem actuality is defined by different application areas, additional analysis necessity and group evaluation under uncertainty.

Objective. The research objective was to raise quality of the decisions made by group of experts due to increase of individual expert evaluation process efficiency and improvement of evaluation aggregation process.

Method. The integrated method which consists of individual and group evaluation was proposed for the problem solution. The modified method of extraction and formalization of individual expert evaluations which is based on the analytic hierarchy process modification and includes absolute and relative evaluation phases was proposed. It evaluates expert competence based on confidence coefficient for expert judgments. The modified method of agent group evaluation based on summation of individual expert evaluations of every alternative was proposed. It makes total evaluation based on relative quantitative importance of the agents and confidence coefficients for judgments of every group participant. It gives preference to judgments of qualified experts to increase solution quality.

Results. The experimental investigation of the proposed methods confirmed availability of the developed mathematical support. The proposed methods are able to detect and control nontrivial issues in tasks which are solved.

Conclusions. Scientific novelty of the paper consists in the proposed integrated method of extraction, formalization and aggregation of expert evaluations in group which enables to define integrated assessment of competitive agents as well as to evaluate confidence coefficient for expert judgments directly during individual evaluation process and to use it in the following group decision-making phase.

Practical significance of the paper results consists in the developed information technology which made it possible to put the method into practice for solving of the tender support tasks and experiment results.

1071. Lakhno V. A. Development of a support system for managing the cyber security / V. A. Lakhno // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – С. 109-116.

Context. In this paper the urgent problem of development of software of decision making support systems in information security is solved. Approach is based on a choice of rational options of response to events taking into account operational state-of-health data of a subject to protection.

Objective. Goal of the research is developing a cyber-threats counterwork model using decision support system, choosing rational variants of reactions on the occurrences in cybersecurity, and taking into account current operational data.

Method. The information object cyber security operational management system and the formation of the protection methods rational sets model which is based on a morphological approach is developed. It is proposed to find an optimal variant of the information security perimeter sets using an object function that maximizes the correlation of a consolidated figure of "information security" to consolidated figure "costs".

Results. A model for the operational management of cyber security-critical computer systems was developed. This model allows us to generate different variants of protection sets that are compliant with a computer system taking into account morphological matrices for each security perimeter prepared with the intelligent decision support system. It is proved that the use of the developed decision support systems can significantly reduce the costs planned for the complex means of cyber defense, as well as reduce the time to inform decision-makers on how to counter the identified information security incidents.

Conclusions. Scientific novelty of research consists that the model of operational management of cyber security of an information objects and formation of a rational complex of security features based on morphological approach is for the first time offered. The practical value of the developed methods and instruments is that they allow: to reduce time of development of systems of cyber security, to increase efficiency of planning of rational modular composition of security features due to creation of information and software environment in case of design; to increase validity of the made decisions on operational and to organizational technical control by protection.

1072. Parallel multiagent method of big data reduction for pattern recognition / A. O. Oliinyk, S. Y. Skrupsky, V. V. Shkarupylo, O. Y. Blagodariov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 2 (41). – P. 82-92.

Context. The problem of feature selection for big data processing based on the multi-agent approach and parallel computation has been solved. The object of research is the process of feature selection. The subject of the research are the methods of feature selection.

Objective. The purpose of the work is to create a parallel multi-agent method for reducing of big data sets.

Method. The article deals with the parallel multi-agent method for reducing of big data sets. The developed method involves splitting multiple agents into several subsets for parallel search of an informative combination of features in different areas of the search space. At the same time, it is suggested that the parallel nodes of the computer system perform the most resource-intensive operations associated with estimating the current set of agents, as well as the need to create and modify new sets of solutions based on stochastic computations. This allows to speed up the process of multi-agent search of informative combination of features, as well as to reduce the practical threshold for application of the multi-agent method with indirect communication between agents for reducing big data sets.

Results. The software which implements the proposed method and allows to select informative features based on the multi-agent approach and parallel computation has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the proposed software operability and allow recommending it for use in practice for solving the problems of big data processing for pattern recognition. The prospects for further research may include the modification of the developed parallel method for feature selection by using different criteria for estimation of the group information of features, as well as an experimental study of proposed method on more complex practical problems of different nature and dimensionality.

№ 3

1073. Братусь О. В. Система підтримки прийняття рішень з адаптивними блоками відновлення та прогнозування сонячних радіофлюксів / О. В. Братусь
// Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 36-43.

Актуальність. Створення нових методів для відновлення та прогнозування сонячних даних, нових систем підтримки прийняття рішень для обробки сонячних радіофлюксів при довжині хвилі 10,7 см є актуальними задачами, тому що це дасть можливість виконувати правильно та автоматизовано попередню обробку даних та подальше прогнозування.

Мета. Розробити метод ковзного двобічного експоненційного згладжування для відновлення пропущених значень та прогнозування часових рядів; створити інтегральний критерій адекватності моделі та критерій близькості для застосування при відновленні істинних закономірностей розвитку часових рядів; створити систему підтримки прийняття рішень для аналізу та прогнозування сонячних радіофлюксів при довжині хвилі 10,7 см з використанням розроблених методів; застосувати розроблені методи для реальних даних та порівняти з традиційними методами.

Метод. Для досягнення поставленої мети використано такі методи: розроблений метод ковзного двобічного експоненційного згладжування; метод експоненційного згладжування; метод 13-місячного ковзного середнього; експоненційний підхід, запропонований Хетеуєєм, Уілсоном та Рейхманом.

Результати. Розроблено метод ковзного двобічного експоненційного згладжування для відновлення пропущених значень часових рядів та для прогнозування часових рядів. Створено інтегральний критерій адекватності моделі та критерій близькості. Розроблено систему підтримки прийняття рішень для аналізу та прогнозування сонячних даних. Виконано практичне застосування розроблених методів для реальних даних та порівняння з традиційними методами.

Висновки. Розроблений метод ковзного двобічного експоненційного згладжування показує перевагу порівняно з усіма традиційними методами при відновленні пропущених значень, істинних закономірностей та прогнозуванні сонячних радіофлюксів.

1074. Вовк С. М. Метод численного дифференцирования зашумленных данных с выбросами / С. М. Вовк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 44-52.

Актуальность. Применение традиционных методов численного дифференцирования к зашумленным данным с выбросами приводит к значительным ошибкам. Объектом данного исследования является процесс численного дифференцирования таких данных.

Цель работы - разработка метода численного дифференцирования зашумленных данных с выбросами, который позволяет получить гладкую аппроксимацию их первой производной и, соответственно, гладкую аппроксимацию самих данных.

Метод. Предложенный метод численного дифференцирования основан на решении задачи минимизации сглаживающего функционала, который построен на критерии минимума протяженности невязки решения и ограничении энергии первой производной решения. Критерий минимума протяженности задает основную часть функционала и обеспечивает его устойчивое поведение по отношению к аддитивному шуму и выбросам. Ограничение задает стабилизирующую часть функционала и обеспечивает гладкость решения задачи. Вклад указанных частей регулируется с помощью параметра регуляризации. Поскольку основная часть сглаживающего функционала не является выпуклой, то задача его минимизации является задачей нелинейного невыпуклого программирования. Для численного решения этой задачи используется метод сопряженных градиентов, в котором величина шага вдоль направления спуска определяется на множестве пробных шагов. Эти шаги минимизируют отдельные компоненты основной и стабилизирующей частей сглаживающего функционала, что позволяет переходить из одного локального минимума функционала в другой более глубокий локальный минимум.

Результаты. Моделирование задачи численного дифференцирования зашумленных данных с выбросами и обработка экспериментальных данных, которые представляли собой спектры фотолюминесценции при наличии в их составе узких линейчатых спектральных составляющих, подтвердили эффективность предложенного метода.

Выводы. Предложенный метод может быть использован для численного дифференцирования зашумленных данных с выбросами. При этом он позволяет получить гладкую аппроксимацию первой производной исходных данных и гладкую аппроксимацию самих исходных данных. Данный метод можно обобщить на случай негладкого решения путем построения стабилизирующей части функционала на основе ограничения полной вариации решения.

1075. Гороховатский В. А. Исследование результативности структурных методов классификации изображений с применением кластерной модели данных / В. А. Гороховатский, Е. П. Путятин, В. С. Столяров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 78-85.

Актуальность. Повышение результативности и расширение функциональности современных систем компьютерного зрения требуют создания более эффективных методов обработки визуальной информации. Основные задачи структурного распознавания связаны с усовершенствованием информационных технологий классификации в пространстве описаний как множеств дескрипторов ключевых точек изображений, а также необходимостью оценивания действенности распознавания на прикладных образцах. Особое внимание уделяют изучению структуры данных для множества дескрипторов, что напрямую влияет на показатели функционирования систем распознавания.

Цель. Изучение особенностей кластерного представления для множества структурных признаков прикладной базы изображений и оценивание показателей эффективности применения кластерной модели в методах структурного распознавания визуальных объектов в плане получения компактного представления данных.

Метод. Предложено методы распознавания на основе трансформации пространства структурных признаков путем кластеризации и применения кластерных характеристик базы эталонных изображений. Первый метод использует интегральное представление описаний эталонов, второй метод при отнесении структурного элемента к классу опирается на значение вектора статистического распределения в матричном пространстве кластер-эталон. Итогом исследования есть создание методов распознавания и моделей обработки данных в процессе построения векторов релевантности или характеристик классов в трансформированном пространстве признаков.

Результаты. За счет кластерного преобразования пространства структурных признаков сокращается объем вычислительных затрат, и в сотни раз улучшается быстродействие распознавания при сохранении нужной эффективности. Проведено сравнение методов SURF и ORB при формировании структурных признаков, время обработки методом ORB оказалось в 60 раз меньше. С другой стороны, множество дескрипторов SURF более точно отражает особенности формы визуальных объектов.

Проведено моделирование и экспериментальные исследования предложенного метода распознавания в прикладной базе изображений. Подтверждена результативность метода в плане эффективности, получены сравнительные оценки качества распознавания в зависимости от уровня аддитивных помех для анализируемых вариантов обработки.

Выводы (научная новизна и практическая значимость). В проведенном исследовании систематизированы и получены перспективные свойства систем распознавания в пространстве структурных признаков изображений. Разработанные методы классификации на основе кластерного описания обеспечивают достаточный уровень различения изображений и высокую помехоустойчивость.

Научная новизна исследования состоит в синтезе метода структурного распознавания изображений путем применения кластерной обработки и построения классифицирующих решений в пространстве кластер-эталон. Переход к векторно-кластерному виду существенно повышает быстродействие распознавания за счет упрощения обработки.

Практическая ценность работы - получение прикладных программных моделей для модификаций метода структурного распознавания и подтверждение результативности и помехоустойчивости предложенной обработки в конкретных примерах баз изображений.

1076. Данильченко А. О. Розпаралелювання модифікованого методу гілок та меж для розв'язання задачі про паросполучення зі зникаючими дугами / А. О. Данильченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 106-112.

Актуальність. Розглянуто задачу складання розкладу проходження процедур пацієнтами санаторію, яка зведена до розширеної задачі пошуку максимального паросполучення в дводольному графі. Для поставленої задачі про паросполучення зі зникаючим дугами було розроблено оптимальний алгоритм її рішення на базі методу гілок і меж. Алгоритм враховує обмеження сумісності процедур. Проведено розрахунковий експеримент в основі якого лежить доказ доцільності розпаралелювання оптимального алгоритму розв'язання задачі складання розкладу прийому лікувальних процедур пацієнтами для прикладного використання його в санаторних закладах України.

Мета роботи. Довести доцільність розпаралелювання оптимального алгоритму розв'язання задачі складання розкладу проходження процедур пацієнтами санаторію.

Метод. Сформульована математична модель задачі про паросполучення зі зникаючим дугами. Обрані обчислювальні платформи різної конфігурації, що мають різні обчислювальні потужності: різну кількість ядер процесора, різний обсяг пам'яті, і т.д. Написано авторське програмне забезпечення для проведення експерименту. Програма складається з двох модулів: серверний модуль, який контролює процес виконання розрахунків і клієнтський модуль, який виконується на відокремлених ПЕОМ з метою обчислення паралельних операцій. Проведено обчислювальний експеримент по распараллеливанию оптимального алгоритму розв'язання задачі про паросполучення зі зникаючим дугами. Експеримент проводився на базі санаторію "Дениші". Обчислювальний експеримент проведений на серії випадкових умов задачі, що генеруються програмою. Проведено аналіз отриманих результатів шляхом порівняння часу рішення задачі про паросполучення зі зникаючим дугами оптимальним алгоритмом на різних обчислювальних платформах.

Результати. Модифікований метод гілок та меж показує стабільність зменшення часу складання розкладу проходження процедур при збільшенні обчислювальних потужностей.

Висновки. Прогнозований найменший час складання розкладу, отримано на обчислювальній платформі з максимальною кількістю задіяних ПЕОМ. Прогнозований час складання розкладу при використанні алгоритму розпаралелювання модифікації методу гілок і меж прямо пропорційно залежить від кількості вершин дводольного графа (що дорівнює сумі кількості процедур і кількості пацієнтів), кількості призначених процедур і обмежень.

1077. Журавська І. М. Синтез маршрутів суб-роїв безпілотних апаратів з використанням нейронної мережі Хопфілда для обстеження територій / І. М. Журавська, М. П. Мусієнко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 86-94.

Актуальність. Вирішено актуальну задачу економії обмежених енерго-, обчислювальних і технологічних ресурсів малогабаритних безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Мета роботи - створення методу синтезу маршрутів суб-роїв БПЛА, що підвищує час життєздатності зграї БПЛА.

Метод. Запропоновано метод побудови моделей часток ("суб-роїв") зграї БПЛА, що виключає дублювання завдання у вузлах координатних сіток, якими покривається досліджувана територія. Суміщення нейронної карти мережі Хопфілда та польотної карти для кожного суб-рою забезпечує повідомлення через модулі бездротового зв'язку між БПЛА факту виконання моніторингового або технологічного завдання будь-яким окремим БПЛА суб-рою решті БПЛА. Запропонований підхід надає можливість використовувати функції самозагоєння суб-роїв зграї птахоподібних об'єктів ("боїдів") шляхом перевизначення задач суб-роїв як кібер-фізичної системи у разі втрати окремих боїдів при їх критичному застосуванні. Структура одержуваних моделей поведінки суб-роїв, реалізована у двовимірних просторових коридорах довільної форми з наступною конкатенацією отриманих 2D-рішень, значно спрощує вирішення задачі комівояжера у тривимірному просторі та дозволяє істотно прискорити виконання завдань обстеження ділянок територій.

Результати. Розроблено програмне забезпечення (ПЗ), яке реалізує запропонований метод, що використано при проведенні обчислювальних експериментів по дослідженню властивостей методу.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого методу і ПЗ, що його реалізує, а також дозволяють рекомендувати їх для застосування на практиці для рішення задач обстеження території з використанням зграї боїдів.

1078. Имамвердиев Я. Н. Обнаружение аномалий в сетевом трафике на основе информативных признаков / Я. Н. Имамвердиев, Л. В. Сухостат // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 113-120.

Актуальность. Решена актуальная задача оценки информативности признаков данных большой размерности. Объектом исследования являлся сетевой трафик.

Цель работы - анализ данных сетевого трафика на предмет информативности для выявления аномалий в сетевом трафике с целью сокращения пространства признаков.

Метод. Предложен подход для оценки информативности признаков данных большой размерности, обеспечивающий повышение точности выявления аномалий в сетевом трафике и существенно увеличивающий скорость работы алгоритмов классификации. Проанализированы особенности алгоритмов случайного леса и Firefly. В работе для отбора признаков предложен подход на основе интеграции данных алгоритмов. Признаки сортируются в порядке убывания оценки их важности, наименее информативные не рассматриваются. В качестве классификаторов были рассмотрены деревья решений, наивный Байес, Байесовский классификатор, аддитивная логистическая регрессия и метод к-ближайших соседей. Результаты классификации были оценены с использованием пяти метрик: вероятности истинно-положительных и ложно-положительных результатов, F-меры, мер точности и полноты.

Результаты. Эксперименты были проведены в среде Matlab 2016a, где был реализован предложенный алгоритм на наборе данных NSL-KDD. Наилучшие результаты классификации для отобранных признаков были получены методом к-ближайших соседей.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного подхода, что позволяет рекомендовать его для применения на практике при оценке информативности с целью сокращения пространства признаков и повышения скорости работы алгоритмов классификации. Кроме того, в целях дальнейшего изучения эффективности обнаружения аномалий в сетевом трафике, будет использован набор реальных данных.

1079. Касянчук М. Н. Построение модифицированной совершенной формы системы остаточных классов с использованием факторизации / М. Н. Касянчук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 53-59.

Актуальность. Решена актуальная задача нахождения модулей системы остаточных классов, в которой повышается скорость перевода чисел из системы остаточных классов в десятичную систему исчисления.

Цель работы - разработка метода построения четырехмодульной модифицированной совершенной формы системы остаточных классов, в которой отсутствует процедура поиска обратного элемента по модулю при переводе чисел из системы остаточных классов в десятичную систему исчисления.

Метод. Предложен метод определения набора модулей модифицированной совершенной формы системы остаточных классов на основе факторизации произведения чисел. Использование данного метода позволяет существенно уменьшить вычислительную сложность при выполнении арифметических операций над многоразрядными числами путем распараллеливания процесса вычислений и перевода чисел из системы остаточных классов в десятичную систему исчисления за счет исключения процедуры поиска обратного элемента по модулю и умножения на базисные числа. Определены условия для нахождения любого количества модулей модифицированной совершенной формы системы остаточных классов, два из которых являются неизвестными. Приведен пример использования предложенного метода для четырехмодульной модифицированной совершенной формы системы остаточных классов, в котором получены все возможные наборы модулей при заданном наименьшем модуле. Представлены табличные значения и проанализированы графические зависимости полученных модулей.

Результаты. Использование предложенного метода подбора модулей, которые образуют модифицированную совершенную форму, позволит увеличить быстродействие вычислительных систем, работающих в системе остаточных классов.

Выводы. Впервые предложен метод построения четырехмодульной модифицированной совершенной формы системы остаточных классов на основе факторизации, в которой отсутствует сложная процедура поиска обратного элемента по модулю. Это позволяет упростить процессы вычислений над многоразрядными числами и перевода чисел из системы остаточных классов в десятичную систему исчисления.

1080. Клатратні напівпровідникові мультифероїки, синтезовані в системі GaSe-NaNO₂-FeSO₄. Вплив коінтеркаляції / І. І. Григорчак, Ф. О. Іващишин, А. К. Борисюк, Р. Я. Швець, Ю. О. Кулик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 7-19.

Актуальність. Розглянуто задачу накопичення електричної енергії не в електрохімічний спосіб, а за участі електронів та їх спінів, тобто створення так званих квантових акумуляторів та спінових конденсаторів. Об'єктом дослідження є синтезовані клатрати 4-кратно розширеної матриці GaSe з гостьовими контентами - нітритом натрію (NaNO₂), сульфатом заліза (FeSO₄) та їх коінтеркаляції NaNO₂ FeSO₄.

Мета роботи - синтез гетероструктурованих нанокмполитних матеріалів, які володіли б великою міжфазною поверхнею розділу і забезпечували анізотропію електропровідності в залежності від напрямку; досягнення в таких матеріалах високих значень діелектричної проникності в поєднанні з меншим від 1 значенням тангенса кута електричних втрат.

Метод. Запропоновано інтеркаляційний підхід до створення гетероструктурованих нанокмполитних матеріалів, що дозволяє використовуючи велику варіабельність гетероінгредієнтів створювати задані складні атомно-молекулярні комплекси типу "господар-гість" та комплекси ієрархічної будови "субгосподар-господар-гість". Методом рентгенівської дифрактометрії виявлено структурні зміни макрокомполиту NaNO₂FeSO₄ при переході до гостьової нанообмеженої геометрії. На основі частотних залежностей питомого комплексного імпедансу з'ясовані закономірності струмопроходження та накопичення заряду в синтезованих наногібридах і вплив на них власне коінтеркаляції гостьових компонентів. Імпедансні фото- і магнетовідгуки виявили для певних архітектур гігантські фотодіелектричний, магніторезистивний та магнетоемнісний ефекти за кімнатних температур, які відкривають нові можливості їх практичного застосування у якості високочутливих сенсорів постійного магнітного поля та поля світлової хвилі.

Результати. Сформовано клатрати GaSe<NaNO₂>, GaSe<FeSO₄> та GaSe<NaNO₂FeSO₄>. Виявлено накопичення електричного заряду на міжфазних межах. Зафіксовано при кімнатній температурі ефекти від'ємної фотопровідності та гігантського магнітоопору; значне зростання фото-ЕРС; гігантський фотодіелектричний і магнітоємнісний ефекти.

Висновки. Коінтеркаляція NaNO₂FeSO₄ істотніше модифікує енергетичний спектр GaSe, ніж їх поокреме впровадження.

Синтезовані клатрати є перспективними (з коінтеркалатною архітектурою найбільше) для нових підходів у технології надчутливих сенсорів магнітного поля і поля світлової хвилі за кімнатних температур емнісного типу, а також до створення квантових акумуляторів і квантових конденсаторів - новітньої альтернативи хімічним джерелам струму.

1081. Кузьма К. Т. Обчислювальна технологія перевірки рівня знань на основі методу послідовного аналізу / К. Т. Кузьма // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 121-129.

Актуальність. Вирішено актуальну задачу підвищення ефективності процесу підтримки прийняття рішень під час статистичного контролю знань.

Мета роботи - розробка обчислювальної процедури вирішення чотирьохальтернативної задачі класифікації тестованих за рівнем навченості, що дозволяє здійснювати контроль знань диференційовано, мінімізує об'єм завдань, необхідний для виконання.

Метод. Запропоновано обчислювальну процедуру класифікації тестованих на чотири класи, які відповідають рівням навченості: "початковий", "середній", "достатній", "високий", що базується на використанні двоальтернативного критерію послідовного аналізу в декілька етапів та забезпечує здійснення контролю знань в процесі виконання завдань, мінімізуючи таким чином час перевірки знань, що дозволяє автоматизувати процес перевірки статистичних гіпотез у системах тестування та навчання з метою диференційної оцінки знань учасників навчального процесу. Для вирішення задачі оцінки придатності тесту запропоновано метод, що базується на побудові функції оперативної характеристики послідовного критерію, яка дозволяє визначити обсяг завдань достатній для досягнення бажаного рівня якості тесту за рахунок встановлення зв'язку між очікуваною ймовірністю прийняття гіпотези та випадковим значенням параметра ймовірності появи у виборці з 1,2,...,n питань приймального числа невірно виконаних завдань.

Результати. Розроблено програмне забезпечення, яке реалізує запропоновану обчислювальну процедуру, що використано при проведенні обчислювальних експериментів тестового контролю знань.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованої процедури і програмного забезпечення, що її реалізує, а також дозволяють рекомендувати їх для застосування на практиці для рішення задач автоматизованої перевірки рівня знань.

1082. Нагорный В. В. Автоматизированное управление режимами резания на основе прогноза индивидуального ресурса режущего инструмента / В. В. Нагорный // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 183-191.

Актуальность. В статье изложены результаты исследований по разработке новой методологии прогнозирования индивидуального ресурса режущего инструмента, послужившей основой автоматизированной системы управления работой металлообрабатывающего оборудования. Прогнозирование индивидуального ресурса режущего инструмента является злободневной, но так и не решенной до сих пор проблемой, что и определяет актуальность изложенного в статье материала.

Цель работы - разработка новой методологии прогнозирования индивидуального ресурса режущего инструмента.

Метод. Предложен метод управления работой металлообрабатывающего оборудования, сочетающий в рамках единого процесса решения задач идентификации и управления. Идентификации подвергается модель тренда информационного сигнала, генерируемого в процессе работы обрабатывающей системы, которая используется в качестве модели, описывающей динамику поднадзорного оборудования. По результатам прогнозирования индивидуального ресурса инструмента и сопоставления его с требуемой длительностью механической обработки, принимается решение о варьировании величин управляющих параметров (подачи и оборотов шпинделя), обеспечивающих реализацию на вновь назначенных режимах необходимого периода бездефектной эксплуатации инструмента.

Результаты. Разработан программный продукт, составивший основу автоматизированной системы адаптивного управления работой металлообрабатывающих технологических систем, алгоритм работы которых отражает предложенную методологию прогнозирования индивидуального ресурса режущего инструмента.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность предложенной методологии прогнозирования ресурса режущего инструмента и работоспособность аппаратно-программного комплекса, реализующего данную методологию в практике резания. Научная новизна изложенных в статье результатов исследований состоит в том, что впервые в практике машиностроения удалось разработать совершенно новую методологию прогнозирования индивидуального ресурса рабочего инструмента, что позволяет целенаправленно управлять длительностью протекания технологического процесса, ориентируясь на фактическое техническое состояние основного элемента технологической системы. Практическая значимость полученных результатов заключается в создании программно-аппаратного комплекса, автоматизирующего процесс адаптивного управления режимами резания и содержащего программное обеспечение, которое отражает алгоритм новой методологии прогнозирования индивидуального ресурса инструмента. Перспективы дальнейших исследований состоят в создании универсальной системы контроля любого технологического оборудования, работа которого сопровождается генерированием различных по физической природе информационных сигналов, объективно отражающих степень критичности технического состояния поднадзорного оборудования. Внедрение подобной методологии контроля не только в процесс изготовления, но и в условия эксплуатации разнообразных по конструкции и назначению машин и механизмов, решает давно стоящую на повестке дня проблему определения индивидуального ресурса технических систем, что и определяет ценность проведенных исследований и их заметный вклад в науку управления.

1083. Особливості прогнозування результатів матчів у кіберспорті / М. В. Коробчинський, Л. Б. Чирун, В. А. Висоцька, М. О. Нич // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 95-105.

Актуальність. Зараз є актуальним розроблення систем прогнозування матчів у кіберспорті, це пов'язано з активним розвитком кіберспорту. У цій статті реалізовано можливість прогнозувати матчі користувачів.

Мета. Метою виконання роботи є проектування моделі системи колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті з використанням сучасної технології нейропрогнозування. Завданням є розроблення системи для спільного користувацького прогнозування результатів кіберспортивних матчів та самостійного опрацювання інформації і видачі власного прогнозу. До основних задач належать наступні: облік та аналіз всіх минулих і майбутніх ігор; облік та аналіз характеристик/результатів всіх команд; надання можливості користувачу персонально робити прогноз на кожен матч; визначення шансу на виграш команди на основі даних за попередні матчі.

Метод. Проблема вирішено методом опитування експертів шляхом проведення аналітичних записок та за допомогою штучної нейронної мережі. В створеній ШНМ є три шари. Перший шар складається із 10 нейронів - рецепторів, або нейронів вхідних даних. Другий шар нейронів є внутрішній. Третій шар нейронів є вихідний, в ньому є лише 2 нейрони. Вхідною інформацією для алгоритму є кількість виграних матчів з останніх 10; кількість виграних матчів перед даною зустріччю (вінстрік); рейтинг команди; стабільність складу (час незмінності складу команди); середній показник програшів даної команди. Відповіддю є 1 або 2 (перемога конкретної команди).

Результати. Для досягнення результату проведений аналіз відповідної літератури з інформацією про основні види колективного прогнозування. Розроблено дерево мети, і проведено систематичний аналіз предметної області. Застосовано метод інтерв'ю з експертами. Інтернет-ресурси реалізовані за CMS Drupal. Проаналізовані основні методи колективного прогнозування. Проведений систематичний аналіз об'єкта дослідження і предмета, цілей, побудованих дерев, визначено проблему і побудовано UML-діаграми. Проаналізовано застосування методу інтерв'ю з експертами. Реалізовано веб-сайт з CMS Drupal і мови програмування PHP.

Висновки (наукова новизна і практична значущість). На основі розробленого алгоритму розрахунку прогнозів та навчання ШНМ реалізовано незалежний від людського фактору процес прогнозування матчів в кібер-спорті. Наявність такої ІС значно спростить пошук прогнозів на кібер-спортивні матчі та дасть можливість кожному бажуючому прийняти участь у прогнозуванні матчів. Система дає новий поштовх до вирішення проблеми прогнозування результатів не лише у кібер-спорті, а і у спорті взагалі.

1084. Пиза Д. М. Анализ эффективности адаптивного поляризационного фильтра в условиях одновременного воздействия активных и пассивных помех / Д. М. Пиза, Д. С. Семенов, Г. В. Мороз // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 20-27.

Актуальность. При воздействии комбинированной помехи пространственно-распределенный характер пассивной составляющей разрушает пространственную корреляцию точечных источников активной помехи. Это приводит к существенному ухудшению коэффициента подавления активной составляющей комбинированной помехи. Поэтому актуальным является исследование влияния пассивной составляющей комбинированной помехи на процесс компенсации активной шумовой помехи, а также формирование классифицированной обучающей выборки, порожденной только активной шумовой помехой, для адаптации весовых коэффициентов поляризационного фильтра.

Цель. Исследование частотного метода формирования классификационной обучающей выборки для адаптации весовых коэффициентов поляризационного фильтра в условиях одновременного воздействия активных шумовых и пассивных помех, действующих по главному лучу и по боковым лепесткам диаграммы направленности.

Метод. В предложенном методе при формировании классифицированной обучающей выборки используются частотные отличия в ширине спектра активной и пассивной помехи.

Результаты. Разработана имитационная модель адаптивного поляризационного фильтра. Путем анализа процессов формирования весовых коэффициентов установлено, что предложенный метод может обеспечить эффективную компенсацию активной составляющей комбинированной помехи. Проведенные экспериментальные исследования поляризационного фильтра в полигонных условиях подтвердили высокую эффективность подавления активных шумовых помех, действующих по главному лучу диаграммы направленности антенны.

Научная новизна состоит в разработке нового метода и имитационной модели формирования классификационной обучающей выборки для адаптации весовых коэффициентов поляризационного фильтра.

Практическая значимость определяется проведенными экспериментальными исследованиями в полигонных условиях с количественными оценками эффективности предложенного метода. Показано, что при использовании частотных отличий в структуре активной и пассивной составляющей комбинированной помехи коэффициент подавления активной шумовой помехи, действующий с направления главного луча диаграммы направленности антенны, может достигать 25 децибел.

1085. Разработка метода верификации критерия для оптимизации операционных процессов с распределенными параметрами / И. А. Луценко, Е. В. Фомовская, И. Г. Оксанич, О. Ю. Сердюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 161-174.

Актуальность. Решена актуальная задача верификации критерия для оптимизации операционных процессов с распределенными параметрами.

Цель работы - создание метода верификации оценочных критериев, обладающих высокой избирательностью и позволяющих исключить из рассмотрения те показатели, которые обеспечивают противоречивые результаты по отношению к результатам частных критериев эффективности.

Метод. Предложен метод верификации глобального критерия для оптимизации операционных процессов с распределенными параметрами продуктовых потоков, который основан на формировании классов эталонных операций, идентифицированных с использованием частных критериев эффективности, которые, в свою очередь, основаны на использовании выявленных особенностей вторых интегральных параметров от интегральных функций входа и выхода глобальной модели операции, адекватность которых математически доказана, обеспечивая тем самым отбор показателя, оценочные особенности которого позволяют согласовать результаты операционной деятельности управляемых систем с целью их владельца за счет выхода в режим управления соответствующего максимуму эффективности использования ресурсов.

Результаты. Разработан алгоритм реализации метода верификации оценочных показателей, который был использован при проведении вычислительных экспериментов связанных с иллюстрацией возможностей предложенного метода.

Выводы. Впервые разработано три класса эталонных моделей операций с распределенными параметрами, каждая из которых идентифицирована с использованием частного критерия эффективности.

Разработка предложенного метода позволяет осуществлять обоснованный выбор единого показателя для использования в качестве глобального критерия оптимизации операционных процессов с распределенными параметрами любых систем, процессы которых этого требуют. Возможность выбора адекватного критерия оптимизации обеспечит повышение темпов развития производственных структур.

Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного метода, реализованного в виде алгоритма, что позволяет рекомендовать его специалистам - практикам для отбора оценочного критерия из множества показателей, которые предлагаются исследователями в качестве критерия оптимизации операционных процессов с распределенными параметрами. Показатель, который успешно прошел верификацию, обеспечивает возможность согласования параметров операционного процесса с целью владельца (суперсистемы). При этом, предполагается, что целью суперсистемы является максимизация собственных возможностей, прямо связанных с эффективностью использования доступных ресурсов.

1086. Сафоник А. П. Дослідження та автоматизація реакторів біологічного очищення стоків при контролі концентрації кисню / А. П. Сафоник, М. І. Клепач, І. М. Таргоній // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 192-197.

Актуальність. Вирішено актуальну задачу розроблення математичних моделей процесів очищення стічних вод, з урахуванням автоматизованого керування.

Мета роботи - розробка математичної моделі процесу очищення стічних вод від біологічних речовин іммобілізованими мікроорганізмами при багатоступеневому анаеробно-аеробному способі очищення, яка б враховувала процеси окислення органічних речовин, розмноження і відмирання бактерій як сукупність взаємодії різних факторів в залежності від концентрацій розчиненого у воді кисню та забруднюючих органічних речовин.

Метод. У роботі використано методи математичної фізики та гідродинаміки для побудови математичних моделей процесів очищення рідин, загальні підходи до побудови модельних задач, у яких одні складові домінують над іншими. Побудовано математичну модель процесу біологічного очищення стічних вод, що враховує зміну концентрацій забруднення, активного мулу і кисню при розмноженні та відмиранні бактерій в біологічних реакторах різного типу.

Результати. Знайдено розв'язок відповідної модельної задачі з використанням функції *pdepe* середовища *MatLab*. Наведені результати розрахунків розподілу концентрації забруднення, активного мулу та кисню протягом часу очистки рідини, які враховують здатність бактерій до розмноження та відмирання.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили адекватність побудованої моделі. На основі отриманих результатів розроблено автоматизовану систему управління допустимою концентрацією забруднення у стічних водах, яка забезпечує енергозберігаючі принципи роботи установки.

1087. Фауре Э. В. Факториальное кодирование с исправлением ошибок / Э. В. Фауре // *Радиоэлектроника, информатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 130-138.

Актуальность. Факториальное кодирование данных позволяет совмещать операции крипто- и имитозащиты, а также помехоустойчивого кодирования, что приводит к уменьшению вносимой передатчиком избыточности, повышению быстродействия и увеличению эффективной пропускной способности. Вместе с тем описанные методы факториального кодирования не позволяют исправлять ошибки, что ограничивает область их использования.

Целью данной работы является разработка метода факториального кодирования с восстановлением данных по перестановке, обеспечивающего комплексное решение задач криптографической защиты и помехоустойчивого кодирования и позволяющего совместить функции исправления и обнаружения ошибок канала связи.

Метод. Основная идея предложенного метода кодирования состоит в увеличении расстояния между разрешенными кодовыми словами, представляющими собой перестановки, вычисленные по всем информационным битам блока данных и представленные в двоичном виде. Исследованы методы увеличения расстояния на основе метрик Эвклида и Хэмминга. Для каждого из этих методов определены основные свойства факториального кода с исправлением ошибок, в том числе выполнена оценка достоверности передачи при независимости и биномиальном распределении возникающих в канале связи ошибок, разработаны структурные схемы приемника. Правила декодирования, реализованные в приемнике, основываются на критерии максимального правдоподобия и предусматривают как прямое исправление ошибок, так и их обнаружение с последующим исправлением путем переспроса поврежденного блока.

Результаты. Реализованы факториальные коды с исправлением ошибок, использующие метрики Эвклида и Хэмминга. Для этих кодов выполнен сравнительный анализ вероятности необнаруженной ошибки, остаточной вероятности ошибочного приема, энергетического выигрыша и относительной скорости передачи. Показано, что характеристики кода не являются инвариантными по отношению к множеству разрешенных кодовых слов, а из рассмотренных в работе кодов более эффективными являются коды, использующие метрику Хэмминга.

Выводы. Получил дальнейшее развитие метод факториального кодирования с восстановлением данных по перестановке, который за счет совмещения функций исправления и обнаружения ошибок позволяет повысить динамическую составляющую потери скорости и, как следствие, относительную скорость передачи, по сравнению с обнаруживающим ошибки факториальным кодированием за счет снижения его помехоустойчивости. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность факториальных кодов с исправлением ошибок.

1088. Ципоренко В. В. Дослідження швидкодії безпошукового цифрового методу спектрального кореляційно-інтерферометричного пеленгування з подвійним кореляційним обробленням / В. В. Ципоренко, В. Г. Ципоренко, М. Ф. Хоменко // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – С. 28-35.

Актуальність. На сьогодні пеленгування радіoeлектронних засобів повинно здійснюватись в умовах складної електромагнітної обстановки, великої апріорної невизначеності щодо параметрів радіовипромінювань, а також в умовах реального масштабу часу реалізації. Перспективним напрямком реалізації пеленгування для вказаних умов є використання широкосмугових цифрових кореляційно-інтерферометричних радіопеленгаторів.

Мета. Метою статті є оцінка сумарних часових витрат, швидкодії та відносної часової ефективності безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з подвійним кореляційним обробленням.

Метод. В роботі виконано аналітичні дослідження сумарних часових витрат кореляційно-інтерферометричного алгоритмів пеленгування та експериментальні дослідження відносної часової ефективності.

Результати. Виконано аналітичну оцінку сумарних часових витрат, швидкодії та відносної часової ефективності безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з подвійним кореляційним обробленням. За умов мінімальних апаратурних витрат, тобто при використанні одноканальної системи обробки даних визначено, що досліджений безпошуковий метод пеленгування забезпечує пеленгування радіовипромінювань, що потрапляють в смугу частот одночасного аналізу з можливою шириною до 500 МГц в реальному масштабі часу. Досліджений метод пеленгування має високу відносну часову ефективність порівняно з відомим пошуковим цифровим спектральним кореляційно-інтерферометричним методом пеленгування.

Висновки. Порівняльний аналіз показав, що досліджений метод пеленгування має високу відносну часову ефективність, яка в 100 разів перевищує відомий пошуковий цифровий спектральний кореляційно-інтерферометричний метод пеленгування.

1089. Чопоров С. В. Гибридное представление сплошных тел с использованием неявных и параметрических функций / С. В. Чопоров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 60-70.

Актуальность. Рассмотрена проблема представления сплошных тел в системах автоматизации проектных работ. Объектом исследования является процесс представления сплошных тел в системах автоматизации проектных работ.

Цель работы - разработка гибридной схемы представления сплошных тел, использующей неявные функции, R-операций и параметрические функции.

Метод. Для моделирования сплошных тел в статье предложено гибридное представление. Под абстрактным понятием "сплошное тело" в работе понимаются ограниченные и замкнутые подмножества евклидова пространства, которые моделируют физические тела; под схемой представления - синтаксически и семантически корректное отношение между множеством формальных описаний математических моделей и множеством сплошных тел. В основе гибридного представления идея одновременного использования граничного и функционального представлений. Предполагается, что при граничном представлении, области определяются своими границами, описанными при помощи параметрических функций, а при функциональном представлении - при помощи неявных функций с использованием положений теории R-функций. Для гибридного представления используются функции расстояния со знаком, которые позволяют рассматривать подобласти, описанные параметрическими функциями, как аргументы R-операций (конъюнкции, дизъюнкции или отрицания) при построении единой неявной функции, соответствующей сложному телу. Чтобы в произвольной точке вычислить расстояние со знаком до границы области, ограниченной параметрическими функциями, предложено использовать вспомогательное построение адаптивных дискретных моделей контуров. Расстояние от точки до границы аппроксимируется расстоянием от этой точки до ближайшего дискретного элемента. Для определения знака функции используется тест четности.

Результаты. Разработанная гибридная схема представления реализована в программном продукте, на основе которого решены задачи построения моделей сложных тел.

Выводы. Проведенные вычислительные эксперименты подтвердили корректность и работоспособность предложенного математического обеспечения. Перспективы дальнейших исследований состоят в том, чтобы оптимизировать вычисление функций расстояния со знаком, например, например, при помощи технологий параллельных вычислений.

1090. Чуб І. А. Моделювання надзвичайної ситуації з вибухом хмари газоповітряної суміші / І. А. Чуб, М. В. Новожилова, В. В. Матухно // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – С. 71-77.

Актуальність. Науково обґрунтоване ранжування рівнів потенційної небезпеки технологічних установок газонафтопереробних підприємств є необхідним для вирішення проблем забезпечення безпеки на всіх стадіях їх життєвого циклу. Діючи в Україні нормативна та методична база є недостатньою щодо розв'язання задач забезпечення вибухобезпеки об'єктів газонафтопереробки в сучасних умовах господарювання.

Мета. Побудова та аналіз математичної моделі техногенної НС з вибухом хмари газоповітряної суміші на технологічному блоці газонафтопереробного підприємства як інструментального засобу визначення кількісної оцінки рівня вибухонебезпеки блока.

Метод. Проведено структурну та параметричну ідентифікацію інтегрального критерію, який характеризує вибухонебезпеку технологічного блоку в цілому та враховує особливості забудови території, режиму вибуху, характеристик ВНР.

Результати. В роботі вирішена задача визначення рівня вибухонебезпеки окремого технологічного обладнання та загалом технологічного блоку газонафтопереробного підприємства.

Висновки. Наукова новизна результатів полягає в тому, що запропонований метод становить подальший розвиток методології та прикладних засобів забезпечення техногенної безпеки, зокрема вибухонебезпеки, потенційно небезпечних промислових об'єктів. Результати чисельних експериментів дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці.

1091. Information technology of diagnosis models synthesis based on parallel computing / A. Oliinyk, S. Subbotin, S. Skrupsky, V. Lovkin, T. Zaiko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – P. 139-151.

Context. The problem of diagnosis models synthesis in the big data processing based on parallel computing is solved. The object of the research is the process of diagnosis models synthesis. The subject of the research are the methods and information technologies for diagnosis models synthesis.

Objective. The research objective is to develop diagnosis models synthesis information technology.

Method. The paper deals with information technology of diagnosis models synthesis which is a set of diagrams graphically describing structural elements of the system as well as the behavioral aspects of their interaction at various stages of diagnostics objects models construction. The developed information technology enables to perform the construction of distributed diagnostics systems where computationally complex stages of diagnosis models synthesis are performed on high-performance server equipment, which makes it possible to significantly increase the practical threshold for using diagnostics systems in the processing of big data sets for solving of the tasks of training sample data reduction, rules extraction, diagnosis models construction and retraining.

Results. The software which implements the proposed information technology and allows to synthesize diagnosis models based on the given data samples has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the proposed information technology operability and allow to recommend it for solving the problems of big data processing for technical and biomedical diagnostics in practice. The prospects for further researches may include the modification of the developed information technology by introducing of other methods of diagnosis models synthesis.

1092. Morkun V. S. Automatic control of the ore suspension solid phase parameters using high-energy ultrasound / V. S. Morkun, N. V. Morkun, V. V. Tron // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 3 (42). – P. 175-182.

Context. The authors have solved the urgent problem of controlling automatically the parameters of solid ore suspension aimed for conversion thus increasing the end product quality and facilitating the choice and adherence to the concentration specifications.

Objective. The research aims at developing the method of obtaining operational data as to iron ore characteristics while concentrating, namely distribution of solid pulp particles as to their sizes and estimated grade applying multi-channel ultrasonic measurements.

Method. In order to solve the problem of controlling automatically the parameters of solid ore suspension, the authors suggest the method of measuring the intensity of high-frequency bulk ultrasonic waves covering a fixed distance in a measuring chamber containing ore suspension under the influence of ultrasonic vibrations and in case of their absence. The calculated correlations of the measured values make it possible to determine the parameters of solid ore suspension. Besides, while measuring we can observe the formation of gamma-radiation and low-frequency bulk ultrasonic waves in the ore suspension flow. It is possible to measure the intensity of gamma-radiation and low-frequency bulk ultrasonic waves covering the fixed distance if the measuring chamber contains some reference fluid and the ore suspension flow under ultrasonic vibrations and in the absence thereof. The intensity of ultrasonic vibrations influencing the suspension flow is changed according to the relevant law.

Results. The dynamic effects of high-frequency ultrasound provide a theoretical basis and a practical approval of the method controlling the solid phase of iron ore pulps in order to displace the particles of the required grain-size class to the measuring zone and to determine the grade in ore particles.

1093. Yelmanova E. S. No-reference quantitative assessment of generalized contrast for complex images / E. S. Yelmanova, Y. M. Romanyshyn // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 3 (42). – P. 152-160.

Context. Nowadays the task of automatically measuring of image quality in real time is extremely relevant for the vast majority of practical applications. No-reference quantitative assessment of image quality is one of the most pressing and difficult problems of image processing. Generalized contrast is the most important quantitative characteristic which determines the objective quality of the image. Currently, the development of new effective methods of no-reference measuring of generalized contrast for complex image in automatic mode which have the level of computing costs, which are acceptable to implement the processing in real time, is one of the most urgent tasks of image pre-processing.

Objective. Development of new histogram-based method for no-reference measurement of generalized contrast of complex images on the basis of the mean value for all contrast values of all pairs of image elements (objects and background) for various definitions of contrast kernel.

Method. Analysis of known approaches to measurement of a local contrast of the image elements, of known methods of the quantitative assessment of generalized contrast of complex images as well of the results of experimental research for a series of complex real and test images allowed to reveal inherent patterns (accordance to basic requirements to the definition of contrast, the nature and the dynamic of contrast changes at the linear transformations of the brightness scale), which are manifested depending on the use of the different definitions of the contrast kernels and the metrics of generalized contrast of images.

Results. New histogram-based method for no-reference measurement of generalized contrast for complex images is proposed. No-reference contrast metrics for the histogram-based measuring of generalized contrast of complex images on the basis of the average contrast of image elements for different definitions of contrast kernel is proposed.

Conclusions. Proposed no-reference metrics on the basis of the average contrast of image elements for proposed contrast kernels allow providing accurate quantitative assessment of generalized contrast of the real complex images and enable to evaluate (predict) with reasonable accuracy the perceived image quality at carrying out of subjective (qualitative) expert estimates.

№ 4

1094. Абрамович А. А. Метод обработки отраженных сигналов вихретоковых импульсных преобразователей / А. А. Абрамович, И. С. Каширский, В. А. Поддубный // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 7-14.

Актуальность. Рассмотрена задача обработки сигналов вихретоковых преобразователей (ВТП), отраженных от металлических неоднородностей, находящихся в диэлектрической среде (грунте). Объектом исследования являлся метод обработки отраженных сигналов.

Цель работы - создание метода, удобного для цифровой обработки сигналов, позволяющего расширить возможности ВТП путем анализа типа металла в подмножестве немагнитных (медь, золото, серебро и других) и магнитных (сталь, никель) материалов.

Метод. Предложен метод обработки отраженных от металлических неоднородностей сигналов вихретоковых преобразователей во временной области, который позволяет идентифицировать тип металла в пределах подмножества немагнитных и магнитных материалов, что позволяет повысить эффективность обнаружения объектов, выполненных из цветных и драгоценных металлов, скрытых в диэлектрической среде.

Временной сигнал, полученный ВТП, оцифровывается и превращается программным обеспечением в графический образ, в котором непрерывное изменение сигнала заменяется характерными линиями (графическим образом). Графические образы имеют большую информационную насыщенность, потому что их характерные линии отличаются координатами, высотой и полярностью. Фиксируются также точки перехода сигнала через нуль.

Такая форма сигнала наглядна и удобна для сравнения сигналов.

Результаты. Предложенный метод реализован программно и экспериментально подтверждена возможность его использования для решения задачи идентификации типа металла в рамках подмножества немагнитных и магнитных материалов.

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность предложенного метода обработки сигналов вихретоковых преобразователей и программного обеспечения его реализующего. Они позволяют рекомендовать метод для решения задач идентификации металла, из которого изготовлен объект, находящийся в диэлектрической среде (грунте). Перспективы дальнейших исследований заключаются в адаптации математического и программного обеспечения для идентификации сигналов серийных вихретоковых преобразователей, что позволит расширить их функциональные возможности.

1095. Бабаков Р. М. Исследование аппаратных затрат в микропрограммном автомате с операционным автоматом переходов / Р. М. Бабаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 106-115.

Актуальность. Решена задача определения аппаратных затрат в логической схеме микропрограммного автомата с канонической структурой и микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов и различными способами формирования кодов операций переходов.

Цель работы - получение аналитических выражений для определения аппаратных затрат в исследованных структурах микропрограммных автоматов в зависимости от параметров автомата при использовании элементного базиса программируемых логических интегральных схем.

Метод. На основании результатов VHDL-моделирования получены экспериментальные значения аппаратных затрат в типовых функциональных узлах цифровых устройств. В качестве единицы измерения аппаратных затрат используются LUT-элементы, являющиеся регулярными структурными элементами ПЛИС типа FPGA. Среди типовых функциональных узлов исследованы комбинационная логическая схема, мультиплексор, схема арифметико-логической операции и регистр. Путем аппроксимации экспериментальных данных получены аналитические выражения для определения аппаратных затрат в типовых функциональных узлах в зависимости от параметров узлов. Путем замены параметров типовых функциональных узлов параметрами структурных блоков исследованных структур микропрограммных автоматов выполнено преобразование аналитических выражений для определения аппаратных затрат в типовых функциональных узлах в аналогичные выражения для отдельных структурных блоков автоматов.

Результаты. Для каждой из исследованных структур микропрограммных автоматов получены аналитические выражения для определения суммарных аппаратных затрат в логической схеме автомата.

Выводы. Полученные аналитические выражения учитывают структурные особенности автоматов Мили и Мура и могут быть использованы для решения задачи определения области эффективного применения структур микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов.

1096. Базіло К. В. Принципи розрахунку електричного імпедансу коливального п'єзокерамічного диска в області середніх частот / К. В. Базіло // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 15-25.

Актуальність. Актуальність застосування різних функціональних елементів п'єзоелектроніки в силових і інформаційних системах пояснюється, перш за все, їх високою надійністю. Кінцевою метою математичного моделювання фізичного стану коливальних п'єзокерамічних елементів є якісний і кількісний опис характеристик і параметрів існуючих в них електричних та еластичних полів.

Мета роботи - розрахунок електричного імпедансу коливального п'єзоелектричного диска в області середніх частот.

Метод. При досить загальних початкових припущеннях отримана математична характеристика електричного імпедансу п'єзокерамічного тонкого диска з суцільним електродуванням торцевих поверхонь, який коливається у вакуумі. Показано, що електричний імпеданс визначається усередненими значеннями компонентів вектора зміщення матеріальних частинок п'єзокераміки.

Результати. Побудовано вираз для розрахунку електричного імпедансу п'єзокерамічного диска, який коливається в області середніх частот, де вектор зсуву матеріальних частинок диска практично повністю визначається радіальним компонентом.

Висновки. В результаті дослідження математичної моделі реального пристрою можна визначити той набір геометричних, фізико-механічних та електричних параметрів реального об'єкта, який забезпечує реалізацію технічних показників функціонального елемента п'єзоелектроніки, обумовлених в технічному завданні. Це істотно скорочує час і вартість розробки нових функціональних елементів п'єзоелектроніки. Перспективи подальших досліджень можуть полягати в побудові методики обчислення коефіцієнтів трансформації в п'єзоелектричному трансформаторі з декількома вторинними електричними колами.

1097. Бойко Н. І. Перспективні технології дослідження великих даних у розподілених інформаційних системах / Н. І. Бойко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 66-76.

Актуальність. Розглянуто питання коректної інтерпретації інформаційних потоків у розподілених інформаційних системах. Об'єктом дослідження є методи дослідження просування "великих даних" по кластерах системи.

Мета роботи є дослідження перспективних напрямків та технологій для аналізу структур даних у розподілених інформаційних системах.

Метод. Розглянуто технології обробки великих даних. Проведено аналіз кожної з них. Наведено приклад застосування парадигми MapReduce, завантаження великих обсягів даних на сервер, опрацювання та аналіз неструктурованої інформації та розподілення її у кластеризовану базу даних. В статті узагальнено поняття "великі дані". Наводяться приклади методів по роботі з масивами неструктурованих даних. Виділені наукові спрямування для аналізу великих даних. Сформульовані принципи роботи неструктурованих даних у розподілених інформаційних системах. Приводиться робота платформ Hadoop MapReduce та Apache Spark. Аналізуються їхні властивості та приводяться відмінності. Наводиться порівняльний аналіз продуктивності обох платформ у відношенні - час виконання до кількості ітерацій. Розглядаються способи створення RDD: розпаралелення переданої колекції в програмі та посилання на зовнішню файлову систему в Hadoop. Також наводиться приклад розпаралеленої системи RDD. Пропонується робота класу одинак для основних операцій з базою даних: підключення до бази даних, створення таблиці, знищення таблиці, отримання рядка по id, повернення усіх елементів бази даних, оновлення, видалення та створення рядка.

Результати. Проведений аналіз моделей Spark та Hadoop MapReduce для поєднаної побудови розподіленої інформаційної системи. Побудований SparkConf об'єкт, який містить інформацію про аплікацію і є кінцевим варіантом експерименту.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованих методів, які здатні обробляти горизонтальні масиви даних, що розпаралелені через неякісний спосіб представлення інформації. Такі перспективні напрямки роботи аналізують структуру даних з метою прогнозу результатів та створюють алгоритми передових кореляцій, що сприяють новому розумінню діяльності розподілених інформаційних систем. Подальші дослідження можуть полягати в широкому застосуванні інформаційних систем, які би забезпечували повний комплекс технологічного процесу адаптації інформаційних потоків у кластери.

1098. Борисенко В. Д. Геометричне моделювання просторових перехідних кривих залізничних колій / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, І. В. Устенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 33-39.

Актуальність. Питання геометричного моделювання перехідних кривих, які влаштовуються між прямолінійними і круговими ділянками залізничних колій, можна вважати розв'язаним у достатньому ступені. Але існує ряд чинників, що сприяють розробці нових методів моделювання цих важливих ділянок залізничних шляхів. Основними з них підвищення швидкості руху потягів, збільшення їх маси, обмеженість розмірів території, на якій будується залізнична колія тощо. Важливість цього питання суттєво зростає при прокладці рейок в гірській місцевості, коли потягам доводиться долати підйоми і спуски, огинати природні та штучні перепони. За цих обставин перехідні криві набувають просторового характеру.

Мета. Подальший розвиток методу геометричного моделювання просторових перехідних кривих, які влаштовуються між прямолінійними та круговими ділянками залізничних колій, розташованих у двох паралельних площинах.

Метод. Перехідні ділянки залізничного шляху моделюються із застосуванням параметричних кривих, в яких за параметр приймається довжина дуги кривої. Для замкнення математичної моделі перехідних кривих приймається, що кривина кривої підпорядковується поліноміальній залежності четвертого степеня, а скруту - другого степеня. Невідомі коефіцієнти цих поліноміальних залежностей, які необхідні для розрахунку координат модельованих перехідних кривих, визначаються числовим методом, зокрема, мінімізацією функціоналу, за який приймається відхилення проміжно отриманої кінцевої точки перехідної кривої від заданої.

Результати. На підставі запропонованих теоретичних положень розроблено програмний код розрахунку та візуалізації просторових перехідних кривих, які забезпечують плавний перехід від прямолінійних ділянок залізничного шляху до кругових за умови, що обидві ці ділянки знаходяться в паралельних площинах.

Висновки. Запропоновано новий метод моделювання просторових перехідних кривих залізничних колій, які прокладаються на місцевості зі складних рельєфом. Практичною реалізацією багатьох варіантів просторових перехідних кривих, що влаштовуються між прямолінійною і круговою ділянками залізничного шляху, доведена працездатність методу їх геометричного моделювання.

1099. Метрики процесів управління та контролю вимог у проектах / Ю. Ю. Гусева, О. С. Мартиненко, І. М. Кадикова, І. В. Чумаченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 179-186.

Актуальність. Процеси управління вимогами є одним з ключових чинників успіху або невдачі проекту. Дослідження у галузі проектного менеджменту вказують, що саме ці процеси є недостатньо формалізованими. Отже, є необхідність розробки та формалізації методів управління і контролю вимог, зокрема, для проектів, управління яких здійснюється за традиційними або комбінованими методологіями.

Мета роботи - формалізація метрик процесів управління вимогами у проектах. Об'єктом дослідження є процеси управління та контролю вимог у проектах, предметом дослідження - метрики, які характеризують вимоги у проекті.

Метод. Використано методи аналізу та синтезу, методи нечітких множин та операції над матрицями. Запропоновано використання моделі, яка встановлює зв'язки між окремими характеристиками проекту (ризик, роботи, ресурси, вимоги, стейкхолдери та відповідальні особи проекту) за допомогою ієрархічної структури робіт. Запропоновано формалізацію метрик моделі, що дозволить відстежувати динаміку виконання проекту та ідентифікувати зацікавлені сторони проекту за визначеними напрямками.

Результати. На основі співставлення ієрархічної структури робіт з ієрархічними структурами вимог, ризиків, ресурсів та організаційною структурою проекту розроблено метод формалізації метрик управління вимогами проекту. Запропонований метод дозволяє відстежувати виконання вимог зацікавлених сторін проекту у часі у відповідності до обсягу фактично витрачених ресурсів по аналогії з методом освоєного обсягу. Адаптивність методу до традиційних процесів менеджменту проектів дає змогу використовувати вихідні дані - вже сформовані активи проекту та стандартне програмне забезпечення (зокрема, MS Project, OpenProj) для практичної реалізації методу.

Висновки. Запропонований метод формалізує процеси управління вимогами у проекті, дозволяє визначати ресурсне та ризикове навантаження вимог, що доповнює існуючі моделі класифікації вимог даними метриками. Метод формалізації метрик управління вимогами проекту дозволяє також отримати інструменти для оцінювання ефективності команди проекту та класифікації зацікавлених сторін проекту. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого математичного забезпечення і дозволяють рекомендувати його використання на практиці при прийнятті проектних рішень щодо управління змінами та вимогами стейкхолдерів проекту. Перспективи подальших досліджень можуть полягати у розробці програмного забезпечення, що реалізує запропонований метод.

1100. Даденков С. А. Модель циклического алгоритма планирования задач в распределенной системе реального времени / С. А. Даденков, Д. А. Даденков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 116-123.

Актуальность. Решена задача количественной оценки вероятностных и временных характеристик подсистемы планирования задач узлов для проектирования распределенных систем реального времени. Объектом исследования являлся циклический алгоритм планирования задач на основе приоритетов (round robin priority driven preemptive scheduler), используемый в распределенных fieldbus-сетях.

Цель работы - построение модели и разработка способа количественной оценки вероятностных и временных характеристик подсистемы планирования задач узла: задержки и интервалов времени решения задач, интенсивности информационной нагрузки на каналы промышленной fieldbus-сети.

Метод. Для решения задачи использован аппарат теории вероятностей. Предложен граф состояний и переходов моделирующий функционирование циклического алгоритма планирования задач узла. Получены аналитические соотношения для оценки основных вероятностных и временных характеристик модели подсистемы планирования задач: среднего времени задержки обработки задачи, среднего интервала времени между решением задач, интенсивности информационной нагрузки на каналы fieldbus-сети. Предложенные модель и способ оценки отличаются от известных детализацией ранее не анализируемыми в совокупности значимыми параметрами функционирования алгоритма: разнородными уровнями приоритетов, количеством задач по приоритетам, конфигурационными свойствами задач, задержками операций и частотой наступления событий планировщика, процедурами прерывания и дообслуживания задач, и другими параметрами.

Результаты. Разработанные модель и способ количественной оценки вероятностных и временных характеристик подсистемы планирования задач с циклическим алгоритмом обработки на основе приоритетов.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность и адекватность предложенного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач проектирования распределенных систем реального времени с заданными временными характеристиками. В ходе проектирования инструментарий будет использован для определения: допустимого числа программных модулей планировщика и распределения среди них приоритетных и неприоритетных задач обрабатываемых узлом в зависимости от частоты технологических событий и заданных требований по задержке обработки.

1101. Журавчак Л. М. Розв'язування пружнодинамічної задачі у пористому флюїдонасиченому кусково-однорідному півпросторі непрямим методом приграничних елементів / Л. М. Журавчак, Н. В. Забродська // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 40-48.

Актуальність. Розв'язуючи різноманітні прикладні задачі інженерної та нафтогазової геології, геофізики та геодинаміки, дослідники часто використовують методи, що базуються на явищі сейсмoeлектричного ефекту 2 роду, оскільки електромагнітне поле електрокінетичного походження набагато інформативніше, ніж сейсмічне, що його породило, і дозволяє визначати важливі петрофізичні параметри (наприклад, пористість та флюїдопроникність) геологічного середовища. На першому етапі дослідження цього ефекту виникає необхідність розв'язування пружнодинамічної задачі, об'єктом дослідження якої є процеси поширення пружних хвиль у пористих вологонасичених кусково-однорідних середовищах. Ця задача також має самостійне значення при моніторингу еконебезпечних явищ, зокрема, деформаційних процесів в ґрунтових масивах (особливо у гірських районах), які пов'язані з їх просіданням внаслідок карстопроявів, землетрусів, фільтрації атмосферних опадів на схилах та іншими явищами.

Мета роботи. Побудова математичної моделі поширення пружних хвиль у кусково-однорідних середовищах; створення програмних засобів для її числової реалізації та апробація її ефективності; проведення числових досліджень залежності розподілу компонент переміщень на границі півпростору від параметрів середовища.

Метод. Для створення математичної моделі задачі використано теорію Біо, а для побудови її числово-аналітичного розв'язку - непрямий метод приграничних елементів, який базується на теорії методів граничних інтегральних рівнянь.

Результати. Розроблено програмне забезпечення, яке реалізує метод приграничних елементів для чисельно-аналітичного моделювання пружнодинамічної задачі, та обґрунтовано його ефективність. Проведено обчислювальні експерименти для оцінки похибок дискретизації приграничної області та апроксимації математичної моделі.

Висновки. Досліджено вплив зміни флюїдопроникності та пористості включення у формі паралелепіпеда на розподіл компонент переміщень на границі півпростору. Наведено практичні рекомендації по розпізнаванню включень.

1102. Зімчук І. В. Синтез цифрових регуляторів пониженого порядку для замкнутих систем управління неперервними об'єктами / І. В. Зімчук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 187-192.

Актуальність. Складність цифрового регулятора замкнутих систем управління неперервними об'єктами визначається розмірністю математичної моделі об'єкта управління, яка подається у вигляді передаточної функції. На практиці перевага надається простим регуляторам, розмірність яких менша за розмірність об'єкта. Саме тому задача синтезу систем управління з використанням лінійних регуляторів низького порядку є предметом уваги багатьох дослідників.

Мета. Виклад результатів розробки методики синтезу цифрових регуляторів пониженого порядку з гарантованою якістю управління на основі редукованої передаточної функції об'єкта управління.

Метод. Спрощення регуляторів досягається за рахунок використання при синтезі редукованої передаточної функції об'єкта управління. Синтез пропонується виконувати в два етапи. На першому етапі здійснюється редукція передаточної функції об'єкта управління. Критерієм якості редукції є відповідність значень інтегральних оцінок якості перехідного процесу вихідної та спрощеної моделей об'єктів управління, замкнутих одиничним негативним зворотнім зв'язком системи автоматичного управління. Виконання критерію досягається забезпеченням відповідності непрямих показників якості перехідного процесу вихідної та редукованої моделей. На другому етапі реалізується безпосередній синтез цифрового регулятора. В роботі показано використання метода синтезу компенсаційних регуляторів.

Результати. Застосування викладеного підходу показано на прикладі синтезу цифрового регулятора для системи частотного автопідстроювання. Наводяться результати цифрового моделювання.

Висновки. На відміну від відомих підходів, відповідності між початковою та спрощеною передаточними функціями досягається шляхом привласнення редукованій моделі значень непрямих показників якості перехідного процесу вихідної моделі, які визначаються за частотними характеристиками. Практична значущість роботи полягає у створенні методики синтезу простих лінійних цифрових регуляторів для замкнених систем управління неперервними об'єктами.

1103. Качан Ю. Г. Інноваційне управління процесом нагрівання металу у печі з використанням просторового електричного поля / Ю. Г. Качан, А. А. Єрофєєва // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 193-199.

Актуальність. У роботі вирішено актуальну задачу розробки інноваційної системи управління процесом нагрівання металу у камерній печі.

Мета - розробка алгоритму управління процесом нагрівання металу з додатковим використанням у якості керуючого впливу просторового електричного поля у камері печі.

Метод. За загальновідомими методиками планування експерименту одержано регресійну модель реальної камерної печі з врахуванням величини напруги між пальником і садкою металу, яка і покладена в основу алгоритму.

Результати. Розроблено систему управління камерною піччю, у якій за створеним алгоритмом визначаються оптимальні значення керуючих впливів на кожному кроці циклу нагрівання. Запропонована система управління є універсальною, оскільки після прорахунків видає динаміку, за якою потрібно змінювати величину постійної напруги та подачу газу з кроком у часі для виконання будь-якого заданого режиму термічної обробки металу. Проведені експериментальні дослідження на реальній камерній печі з вихватним подом на ТОВ "Запорізький титано-магнієвий комбінат" це підтвердили. Аналіз отриманих графіків зміни температури відпалу металу показав, що при реалізації оптимальних значень керуючих впливів, одержаних за допомогою розробленого алгоритму, спостерігається висока рівномірність й забезпечується краща якість нагрівання металу. Динаміка споживання газу камерною піччю за цикл нагрівання у базовому режимі, без подачі напруги, та за умови її використання у відповідності до виконаної оптимізації засвідчують можливість суттєвого підвищення енергоефективності розглядуваних печей.

1104. Козуля Т. В. Інформаційно-аналітична система методів з комплексної оцінки стану складних об'єктів / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 131-138.

Актуальність. Формування інформаційно-методичного і алгоритмічно-програмного забезпечення з оцінки рівня сталого розвитку еколого-соціально-економічних систем різного рівня складності потребує становлення комплексного системного підходу щодо вирішення проблемних науково-практичних задач.

Мета. Формування методичного та інформаційно-програмного забезпечення оцінки відповідності стану і функціональності системного об'єкта вимогам екологічної якості з позиції сталого розвитку, що становить його безпечність для навколишнього природного середовища.

Методи з оцінки якості системних об'єктів різного рівня складності сформовані в комплексну аналітичну систему для послідовного розв'язання задач обробки та оцінки моніторингових даних: головних компонент, компараторної ідентифікації та когнітивного моделювання.

Результати. Надано аналіз системних методів з формування комплексного інформаційно-методичного забезпечення оцінки стану еколого-соціально-економічних систем для автоматизації управління їх безпекою. Обґрунтовано доцільність створення алгоритмічно-програмного комплексу оцінки якості системних утворень, що складаються з об'єкта дослідження і його навколишнього середовища, для визначення об'єктивно зваженого управлінського рішення. Сформовано аналітичну систему методів, послідовне використання яких забезпечує оцінювання рівня безпеки системного об'єкта за результатами дослідження "(система - навколишнє середовище) - процес - рівноважний стан системи". Алгоритмічне забезпечення оцінки якості системних об'єктів і створений для цього програмний продукт на практиці апробовано при вирішенні завдань екологічної безпеки районів і підприємств Харківської області. Визначено перспективи управлінської діяльності за результатами оцінки стану підприємств Харківської області.

Висновки. Наукова новизна полягає у формуванні комплексної методичної інформаційно-програмної підтримки оцінки екологічності та безпеки системних об'єктів еколого-соціально-економічного змісту, введення в методичну основу системного аналізу об'єктів послідовності оцінювання "стан (система - навколишнє середовище) - процес (взаємодія, внутрішнє регулювання, самоорганізація) - стан системи". Практична значущість полягає у розробці інформаційно-методичного та алгоритмічного забезпечення з комплексної оцінки рівня екологічної безпеки складних еколого-соціально-економічних об'єктів; інформаційно-програмного комплексу розв'язання задач оцінки стану рівня безпеки складних об'єктів, невідповідності аналізованих параметрів вимогам збалансованого сталого розвитку систем різного рівня дослідження.

1105. Кондратенко Н. Р. Інтервальний нечіткий кластерний аналіз для моніторингу стану артезіанської свердловини / Н. Р. Кондратенко, О. О. Снігур // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 77-84.

Актуальність. Моніторинг природних систем різного характеру є необхідною умовою раціонального природокористування. Технології інтелектуального аналізу даних, зокрема кластерний аналіз, надають широкі можливості для візуалізації наборів даних, що дозволяє використовувати ці технології людьми, які не мають спеціальної математичної підготовки. Задача моніторингу системи, стан якої змінюється в часі, висуває вимогу розширеної інтерпретації результатів кластеризації з урахуванням історичних даних. Технічні можливості для виявлення характеру змін, що відбуваються в об'єкті, представленому набором даних, мають особливе значення в задачі моніторингу водних ресурсів, оскільки вони перебувають у тісному взаємозв'язку з зовнішнім середовищем, та величина їхніх запасів залежить від багатьох факторів, зовнішніх відносно водоносної системи. Після введення в експлуатацію артезіанська свердловина потребує постійного спостереження задля правильного керування експлуатацією підземних вод, захисту їх від забруднення та вичерпання, а також попередження негативних наслідків впливу водовідбору на навколишнє середовище. Крім того, для складних природних систем характерна висока надлишковість простору параметрів, а також наявність як відомих, так і не виявлених досі кореляційних зв'язків між параметрами. Ці фактори зумовлюють необхідність використання методів кластерного аналізу, здатних працювати в умовах невизначеності та надлишковості параметрів.

Мета роботи - розширення можливостей для аналізу зміни стану системи в часі шляхом урахування невизначеностей, присутніх у даних спостережень.

Метод. Запропоновано застосування методу інтервального нечіткого кластерного аналізу для дослідження зміни характеристик набору даних у часі та виявлення загальних тенденцій. Формалізація поставленої технологічної задачі в термінах інтелектуального аналізу даних передбачає можливість одночасної роботи з множиною вхідних векторів. Сформульовано покроковий алгоритм побудови інтервальної оцінки стану природної системи на основі історичних даних спостережень та поточних значень.

Результати. Запропоновану модель адаптовано до розв'язання технологічної задачі моніторингу артезіанської свердловини та експериментально показано можливості раннього виявлення прихованих закономірностей.

Висновки. Інтервальний нечіткий кластерний аналіз дозволяє враховувати та моделювати невизначеності довільної природи, що виникають у даних досліджень артезіанської свердловини на різних стадіях моніторингу. Показано, що одночасне подання на вхід системи даних кількох свердловин може дати змогу оцінити не лише їхнє розташування щодо стандартних компактних класів за (потенційною) якістю води, але й взаємне розташування, і в кінцевому підсумку вказати на деяку не виявлену до цього закономірність.

1106. Моделирование и анализ параметров электропорации мембраны биологической клетки в импульсном электрическом поле с изменяемой напряженностью / В. А. Шигимага, Ю. Е. Мегель, С. В. Коваленко, С. Н. Коваленко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 57-65.

Актуальность. В работе с помощью методов нелинейной аппроксимации решена задача построения моделей электропорации мембран биологических клеток по экспериментальным зависимостям их удельной электропроводности от напряженности импульсного электрического поля.

Цель работы - построение моделей, адекватно описывающих экспериментально полученные нелинейные эффекты проводимости клетки, включая обратимую электропорацию, необратимый электропробой или локальный обратимый электропробой мембран при слиянии двух контактирующих клеток.

Методы. В качестве функций, моделирующих экспериментальные данные, выбраны полиномы 8-10^й степеней, а критериями оценки параметров электропорации определены координаты локальных экстремумов их кривизны и точек перегиба, которые характеризуют конкретное состояние мембраны клетки при данной напряженности поля. Задача аппроксимации решалась методом наименьших квадратов. Вычисление оценки коэффициентов полиномов производилось методом Гаусса - реализованы прямой и обратный ход. Имеется возможность отыскивать экстремумы полученных полиномов высоких степеней, задавая погрешность вычислений. Для подбора степени полинома использована среднеквадратическая ошибка аппроксимации. Вычислив первые и вторые производные проводимости, рассчитывается текущая кривизна полинома. Полученные предложенными методами значения кривизны позволяют определить точки перегиба кривой для определения электропробоя мембраны клетки.

Результаты. Разработано прикладное программное обеспечение, с помощью которого построены полиномиальные модели проводимости биологической клетки в изменяемом по напряженности импульсном электрическом поле и проведен их количественный математический анализ. Все указанные расчеты подтверждаются графиками, часть из которых можно просмотреть в увеличенном масштабе.

Выводы. Вычислены параметры электропорации мембраны биологической клетки, полученные путем анализа функции кривизны полиномиальных моделей. Разработанные аналитические методы и программное обеспечение для определения параметров электропорации позволяют рекомендовать их для использования на практике при вычислении числовых значений напряженности поля и проводимости, при которых обеспечиваются конкретные режимы электропорации мембраны биологической клетки.

1107. Особливості формування та аналізу контенту інтернет-газети музичних новин

/ М. В. Коробчинський, Л. Б. Чирун, В. А. Висоцька, Є. О. Кондратьєв

// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 139-150.

Актуальність. *Негативні чинники у формуванні контенту ускладнюють процес пошуку необхідних даних при скануванні різних джерел інформації. Збільшення фізичного обсягу та зміна актуальності/динаміки контентних потоків (систематичне та нерегулярне оновлення) призводить до виникнення дублювання, інформаційного шуму та надмірності результатів пошуку контенту. Охоплення та узагальнення великих динамічних потоків контенту, які безперервно генерують в Інтернет-джерелах, вимагає якісно нових методів/підходів пошуку як контент-моніторинг.*

Мета. *Метою виконання роботи є розроблення методу формування та аналізу контенту Інтернет-газети музичних новин для активного залучення постійних користувачів інформаційного ресурсу новин та збільшення цільової аудиторії. Завданням є розроблення системи для розповсюдження музичних новин з використанням методу контент-моніторингу для формування та аналізу текстового контенту інформаційного ресурсу Інтернет-газети.*

Метод. *Вхідною інформацією для контент-моніторингу є текст на природній мові як послідовність символів, вихідна інформація - це таблиці розділів, речень і лексем аналізованого тексту. Контент-моніторинг є програмним засобом автоматизації знаходження важливих складових в потоках контенту. Це змістовний аналіз потоків контенту з метою постійного отримання необхідних якісних/кількісних зрізів на протязі не визначеного наперед проміжку часу. Складовою контент-моніторингу є контентний пошук та контент-аналіз тексту. Контент-аналіз призначений для пошуку контенту в масиві даних за змістовими лінгвістичними одиницями. Одиниця рахунку є кількісною мірою одиниці аналізу, що дозволяє реєструвати частоту (регулярність) появи ознаки категорії аналізу в тексті (кількість певних слів або їх поєднань, рядків, друкованих знаків, сторінок, абзаців, авторських аркушів, площа тексту тощо).*

Результати. *Розв'язано актуальну задачу дослідження і розроблення методів та засобів опрацювання інформаційних ресурсів інтелектуальної інформаційної систем формування контенту із використання розробленої класифікації, математичного та програмного забезпечення та узагальненої архітектури системи. Обґрунтовано необхідність розроблення методів і засобів опрацювання інформаційних ресурсів в інтелектуальних інформаційних систем формування контенту шляхом удосконалення архітектури системи з метою автоматизації процесів формування, управління та реалізації контенту.*

Висновки. *Використання контент-аналізу в моніторингу джерел даних в Інтернет автоматизує процес пошуку найбільш важливих компонент в потоці змісту, у виборі даних з цих джерел. Це усуває дублювати контенту, інформаційний шум, паразитні результати резервування контенту та багато іншого. Цей метод використовується на наступних етапах аналізу змісту для більш точних результатів для створення унікального контенту, який користується попитом.*

1108. Пелешак Р. М. Динаміка нелінійного осциляторного нейрона при дії зовнішнього нестационарного сигналу / Р. М. Пелешак, В. В. Литвин, І. Р. Пелешак // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 97-105.

Актуальність. Розглянуто задачу частотно-часової та часової залежності морфології сигналу на виході нелінійного осциляторного нейрона з урахуванням його порогового ефекту. Об'єктом дослідження є нелінійна модифікована модель Ван-дер-Поля, яка описує динаміку нелінійного осциляторного нейрона при дії на нього різних за формою, частотою та амплітудою зовнішніх нестационарних сигналів.

Мета роботи. Побудова нелінійної математичної моделі динаміки осциляторного нейрона з урахуванням його порогового ефекту при дії на нейрон зовнішніх нестационарних сигналів.

Метод. У наближенні Крилова-Боголюбова-Митропольського запропоновано методом послідовних наближень спосіб розв'язку нелінійного неоднорідного диференційного рівняння другого порядку з квадратичною нелінійністю шуканої функції при першій похідній. Запропонований метод розв'язку дозволив отримати частотно-часову та часову залежність морфології сигналу на виході нелінійного осциляторного нейрона з урахуванням його порогового ефекту при дії на нейрон різних структурою вхідних сигналів. Також запропоновано кодування інформації нелінійним осциляторним нейроном на основі частотної модуляції та декодування за допомогою оберненого оператора, що діє на вектор вихідного сигналу.

Результати. Побудована нелінійна модель осциляторного нейрона реалізована в середовищі комп'ютерної математики "Mathematica 7.0". Досліджено частотно-часову та часову залежність морфології сигналу на виході нелінійного осциляторного нейрона з урахуванням його порогового ефекту при різних значеннях параметрів вхідного нестационарного сигналу і різних вагових синаптичних зв'язках.

Висновки. Встановлено існування резонансного ефекту у нелінійному нейроні за умови рівності частоти зовнішнього нестационарного сигналу та власної частоти динаміки нейрона. Показано, що нелінійний осциляторний нейрон відіграє роль частотного модулятора та суттєво видозмінює структуру вхідного інформаційного нестационарного сигналу (форму, частоту та амплітуду). Запропоновано кодування інформації нелінійним осциляторним нейроном на основі частотної модуляції та декодування за допомогою оберненого оператора.

1109. Радченко С. Г. Корректное статистическое моделирование в условиях неполной исходной информации / С. Г. Радченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 49-56.

Актуальность. Рассмотрена задача статистического моделирования сложных систем и процессов в условиях неполной исходной информации.

Целью данной работы является использование метода формализованного получения структуры многофакторной статистической модели и устойчивого оценивания ее коэффициентов для получения высокоточных статистических моделей упругих деформаций технологической системы токарного станка.

Методы. При решении прикладных задач анализ исходных данных получения статистических моделей показал, что часто они строятся в условиях неполной исходной информации и решаемая задача является некорректно поставленной. В таких условиях проблемами построения моделей является получение структуры модели и ее устойчивость. Предложена расширенная концепция ортогональности элементов модели: план эксперимента, структура модели и структурные элементы модели ортогональны друг к другу. Ортогональная структура многофакторной статистической модели позволяет получить статистически независимые оценки коэффициентов моделируемой функции. Такая структура может быть определена однозначно со статистически значимыми коэффициентами. Нормирование ортогональных эффектов позволяет получить максимально устойчивую структуру модели и, следовательно, ее коэффициентов. Решаемая задача будет корректно поставленной.

Результаты. Применение рассмотренного метода формализованного получения структуры многофакторной статистической модели и устойчивого оценивания ее коэффициентов использовано для получения высокоточных статистических моделей упругих деформаций обрабатываемой на токарном станке стальной заготовки. Выполнен полный факторный эксперимент, где факторами служили сила резания, длина заготовки, диаметр заготовки, а откликом (функцией) – величина упругих деформаций системы. По результатам эксперимента построены статистические регрессионные модели деформации. В структуре моделей факторы представлены ортогональными контрастами. При формировании структуры модели в нее вводятся статистически значимые эффекты. Проведенные проверки полученных моделей по критериям качества показали их высокую информативность, устойчивость, адекватность, статистическую эффективность. Использование моделей на станках с числовым программным управлением позволяет сократить число проходов режущего инструмента и, следовательно, время обработки детали.

Выводы. Результаты использования расширенной концепции ортогональности и структуры модели полного факторного эксперимента при получении моделей упругих деформаций технологической системы токарного станка подтвердили перспективность применения рассматриваемого подхода, его эффективность и целесообразность при построении регрессионных статистических моделей сложных систем и процессов.

1110. Рачок Р. В. Структурна оптимізація системи оптико-електронного спостереження / Р. В. Рачок, О. В. Боровик, Л. В. Боровик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 151-161.

Актуальність. В охороні кордону використовується система оптико-електронного спостереження, яка представлена сукупністю веж, на яких встановлені радіолокаційні, тепловізійні та відео засоби спостереження. Ефективність виявлення порушників кордону з використанням даної системи суттєво залежить від її функціональної і структурної будови. Функціональна будова системи оптико-електронного спостереження визначається підбором технічних засобів спостереження з урахуванням їх функціональних можливостей. Структурна будова системи залежить від вибору місць розташування веж спостереження з урахуванням фізико-географічних умов місцевості та характеристик технічних засобів спостереження. Недосконалість науково-методичного апарату в галузі структурної оптимізації побудови системи оптико-електронного спостереження обумовила актуальність дослідження.

Мета. Метою роботи є розробка методу структурної оптимізації розміщення веж системи оптико-електронного спостереження.

Метод. У роботі поставлена задача оптимізації розміщення веж системи оптико-електронного спостереження та запропоновано метод її вирішення, який передбачає максимізацію показника ефективності функціонування системи. Особливістю даного методу є: використання геомоделі з метою зменшення кількості варіантів розміщення веж системи, застосування авторських підходу до вибору кроку дискретизації просторових даних і швидкодійного алгоритму обчислення показника ефективності функціонування системи оптико-електронного спостереження.

Результати. У роботі показані переваги пропонованого методу в порівнянні з раніше запропонованими підходами щодо вибору раціонального розміщення веж на основі кластерного аналізу. Запропоновано програмно-алгоритмічну реалізацію методу структурної оптимізації системи оптико-електронного спостереження. Наведений опис алгоритмічної і програмної реалізації цього методу. З використанням розробленого програмного забезпечення проведена оптимізація розміщення веж системи оптико-електронного спостереження, визначені рекомендації щодо її структурної будови.

Висновки. Використання запропонованого методу дозволяє провести структурну оптимізацію побудови системи оптико-електронного спостереження за рахунок розстановки веж спостереження з максимізацією показника ефективності функціонування цієї системи. Можливим напрямом удосконалення методу є уточнення результатів з використанням більшої роздільної здатності геомоделі.

1111. Табунщик Г. В. Модель верификации систем с ограниченными ресурсами / Г. В. Табунщик, Т. И. Каплиенко, Е. В. Шитикова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017. – № 4 (43). – С. 162-167.

Актуальность. Рассмотрена задача верификации систем с ограниченными ресурсами. Ключевым моментом в разработке миникомпьютерных систем является их ограниченность в системных ресурсах, что приводит к ужесточению требований к конечным продуктам на их основе. Соответственно это ограничивает область их применения в критичных системах реального времени таких как оборонная промышленность или медицинские приложения. Поэтому разработка средств верификации миникомпьютерных систем для подтверждения их стабильного функционирования является актуальной задачей. Объектом исследования являлся процесс моделирования функционирования работы реконфигурируемых систем с ограниченными ресурсами.

Цель работы - повышение надежности функционирования систем с ограниченными ресурсами с реконфигурируемыми компонентами за счет обеспечения целостности данных и автоматизации процесса верификации.

Метод. Получена модель верификации систем с ограниченными ресурсами, основанная на модели верификации веб-ориентированных систем, которая позволяет описать компоненты верифицируемых объектов и способ обмена данными на основе динамической модели передачи данных. Модифицировано понятие "функциональная единица" за счет добавления не только программных, но и аппаратных блоков, что даёт возможность автоматизации тестирования данных элементов. Особенность данной модели заключается в том, что она учитывает результаты верификации устройств, подключенных к миникомпьютеры системам, и описывает оптимальный период считывания архивных файлов, что позволяет обеспечить актуальность и целостность результатов испытаний систем с ограниченными ресурсами. В качестве экспериментального образца была рассмотрена архитектура миникомпьютерной системы на основе Raspberry Pi.

Результаты. Предложенная модель апробирована для удаленной лаборатории изучения надежности встроенных систем (ISRT).

Выводы. В работе предложена модифицированная модель верификации систем с ограниченными ресурсами, которая в отличие от модели верификации веб-ориентированных систем, описывает адаптивную архитектуру встроенных систем и содержит период передачи результатов верификации во внешнее хранилище, что позволяет применять данную модель для различных конфигураций аппаратного обеспечения.

1112. Тимченко В. Л. Алгоритмические процедуры синтеза систем переменной структуры для управления морскими подвижными объектами / В. Л. Тимченко, Д. О. Лебедев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 200-209.

Актуальность. Для решения задач повышения уровня автоматизации процессов управления морскими подвижными объектами при маневрировании и динамическом позиционировании предложены алгоритмические процедуры синтеза оптимальных по быстродействию систем с переменной структурой обратных связей для заданной размерности модели объекта, требуемого вида траекторий стабилизации и ограничений на управляющие воздействия. Объектом исследования являются динамические процессы стабилизации морских подвижных объектов в условиях неполной информативности моделей и среды. Предметом исследований есть автоматизированные алгоритмические процедуры синтеза оптимальных по быстродействию систем управления с переменной структурой обратных связей.

Цель работы - повышение уровня автоматизации и показателей качества процессов управления морскими подвижными объектами на основе создания автоматизированных процедур синтеза робастно-оптимальных систем.

Метод. Для оптимизации процессов управления формируются оптимальные траектории стабилизации, определяются необходимые моменты переключения и вид управляющих функций в цепях обратных связей. Рассматриваются нелинейные модели морских подвижных объектов с учетом неполной информативности параметров модели и внешних возмущающих воздействий. Предложено использование робастного корректирующего контура управления, обеспечивающего компенсацию отклонения текущей траектории физического объекта от оптимальной траектории, которое возникает вследствие рассогласования параметров модели и физического объекта, а также влияния неконтролируемых возмущений. Таким образом, достигается инвариантность системы управления к неполной информативности моделей и минимальные значения ошибок управления.

Результаты. Разработанные алгоритмические процедуры синтеза робастно-оптимальных систем переменной структуры программно реализованы и исследованы при имитационном моделировании процесса стабилизации морского подвижного объекта на заданной траектории, результаты которого подтвердили корректность и эффективность предложенного подхода.

Выводы. На основе систем с переменной структурой обратных связей для критерия оптимальности по максимальному быстродействию разработаны алгоритмические процедуры автоматизированного синтеза управляющих функций для многомерных нелинейных систем, описывающих динамику морских подвижных объектов. Созданные программные средства автоматизации процесса синтеза и схемные решения систем управления практически применимы для широкого класса подвижных объектов различного технического назначения.

1113. Bobyr M. V. A soft fuzzy algorithm of the mobile robot control / M. V. Bobyr, N. A. Milostnaya // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – С. 168-178.

Context. The task of a mobile robot control on the base of soft algorithm fuzzy inference has been solved. Objective is the creation of soft algorithm of the fuzzy inference which allows to provide additivity of fuzzy control system.

Method. A soft algorithm of fuzzy inference used to control the mobile robot is suggested. Given algorithm allows to compensate errors inherent to the traditional models of fuzzy inference. Errors include: the curse of dimensionality, the absence of additivity and the fuzzy partition. This soft algorithm of fuzzy inference at the expense of rational allocation of premises and conclusions in a matrix of fuzzy relations, reduces the number of operations of the fuzzy inference. Another distinctive feature of the proposed soft algorithm is that in fuzzy inference to find minima and maxima used soft arithmetic operators. The paper shows that during the work of hard formulas for the implementation of these formulas while controlling the mobile robot the situations will appear when the robot loses control. The article points out that the implementation of the possibility in soft algorithm of fuzzy inference option of changes in parameters of sigmoidal membership functions will minimize the error at fuzzy system output. Dynamics of changing RMSE ratio from the varying parameters of sigmoidal membership functions proves it. The additional simulations presented in the article shows that during varying the parameters of sigmoidal membership function, during in increasing of the parameter a , is being observed decrease in the value of RMSE. The effectiveness of the proposed soft algorithm is confirmed by numerical simulation and experiments in the researching of a mobile robot movement along a line.

Results. The specialized software for microcontroller Arduino Uno is developed and it realizes the proposed soft algorithm which allows to carry out an experimental study of its properties.

Conclusions. The software realizing proposed algorithm has been developed and used in computational experiments investigating the properties of the algorithm. The experiments confirmed the efficiency of the proposed algorithm and software.

1114. Davydov M. V. Effective algorithm for parsing sentences using semantically attributed weighted affix context free / M. V. Davydov, O. V. Lozynska, V. V. Pasichnyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – Р. 124-130.

Context. The problem of increasing efficiency of affix grammars over a finite lattice (AGFL) is considered. AGFL is a context-free grammar with flexible and compact form of productions for parsing texts in natural languages.

Objective. The goal of the work is to increase efficiency of parsing sentences by means of AGFL with a modification that adds semantical attributes to the productions and introduces a new form of production called the "template production". This modification helps to decrease the number of productions that are required to describe a language and lets reduce the computational complexity of the parsing algorithm.

Method. A mathematical model of the template production is developed and the theorem is proved that claims that the normal form of the template production exists and the normalization procedure produces an equivalent grammar. The normal form is utilized to increase efficiency of parsing Ukrainian sentences. The template production helps to represent ontology-based rules in a short and computationally inexpensive way. The normal form of template production is studied, and an effective algorithm for parsing sentences is proposed. The worst-case complexity of the proposed algorithm is $O(n \cdot k \cdot m)$, where n is the length of input string of terminals, k is the maximum number of combinations of symbol and attributes that can produce the same string of terminals, and m is the maximum number of productions that have the same starting non-terminal symbol in the right part. The growth of parsing time turned out to be almost linear function of the number of words in a sentence when parsing of sentences from the test database of Ukrainian fiction literature.

Results. The developed method has been implemented in the UkrParser software that is available open-source on GitHub.

Conclusions. The developed algorithm was tested on the database of Ukrainian sentences and demonstrated ten times faster parsing speed than Stanford parser. The future research can be focused on the development of grammatically attributed ontologies for wider set of topics that should improve results of semantical sentence parsing.

1115. Selector of classified training samples for spatial processing of signals under the impact of combined clutter and jamming / D. M. Piza, T. I. Bugrova, V. M. Lavrentiev, D. S. Semenov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – P. 26-32.

Context. In the conditions of combined clutter and jamming radar performance is significantly degraded. This is due to the decorrelation of a point source of an active jamming by spatially distributed passive clutter. The methods of forming classified training samples to adjust the weight coefficients of spatial filters are introduced.

Objective. The goal is developing an effective method of forming of classified training samples generated by an active masking jamming, for spatial processing of radar signals in a situation of the clutter influence.

Methods. The scientific novelty of this work is in developing a new method of forming the training samples based on the estimation of the width of the normalized autocorrelation function in each range resolution element. On-the-fly analysis of the components of combined clutter and jamming in each range resolution element improves the quality of the components classification and, as a result, minimizes the effect of passive clutter on a spatial filter adaptation process.

Results. The theoretical and practical aspects of the forming of the classified training samples are analyzed. A functional flow block diagram of the classifier of combined clutter components was developed.

Conclusions. Using of the on-the-fly analysis of the combined clutter and jamming components in each range resolution element improves the quality of the clutter classification, which is important in complex hydrometeorological conditions.

1116. The system of criteria for feature informativeness estimation in pattern recognition / A. Oliinyk, S. Subbotin, V. Lovkin, O. Blagodariov, T. Zaiko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2017. – № 4 (43). – P. 85-96.

Context. The task of automation of feature informativeness estimation process in diagnostics and pattern recognition problems is solved. The object of the research is the process of informative feature selection. The subject of the research are the criteria of feature informativeness estimation.

Objective. The research objective is to develop the system of criteria for feature informativeness estimation which enables to compute informativeness of interdependent feature sets.

Method. The system of criteria for feature informativeness estimation is proposed. The proposed system is based on the idea that feature significance is computed according to spatial location of observations of different classes (size of changing of output parameter). The developed criteria system enables to estimate individual and group feature informativeness in classification and regression problems in situations when initial data samples contain redundant and interdependent features as well as observations with missing values. The proposed criteria don't require to construct models based on the estimated feature combinations, in such a way considerably reducing time and computing costs for informative feature selection. Application of the proposed criteria for estimation and selection of informative features allows to reduce structural complexity of synthesized diagnosis and recognition models, to raise its interpretability and generalization ability due to removing of insignificant, interdependent and redundant features in diagnostics and pattern recognition problems.

Results. The software which implements the proposed system of criteria for feature informativeness estimation and allows to select informative features for synthesis of recognition models based on the given data samples has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed operability of the proposed system of criteria for feature informativeness estimation and allow to recommend it for processing of data sets for pattern recognition in practice. The prospects for further researches may include the modification of the known feature selection methods and the development of new ones based on the proposed system of criteria for individual and group feature informativeness estimation.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2018

№ 1

1117. Аксак Н. Г. Разработка системы персонализации специализированного веб-портала / Н. Г. Аксак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – С. 91-99.

Актуальность. Решена актуальная задача персонификации веб-портала, предоставляющего бизнес сервисы (телемедицина, консультации, удаленный мониторинг, дистанционное образование и т. д.).

Цель работы - разработка системы персонификации веб-портала, предоставляющего специализированные услуги, что позволяет учитывать предпочтения пользователей с целью улучшения качества обслуживания, ускорения информационного поиска, исключения неинтересных страниц, а также удержания клиентов.

Метод. Предложена обобщенная модель процесса персонализации Интернет-сервиса, в которой на основе сочетания агентских и нейросетевых технологий предложен метод адаптации веб-ресурса, автоматически генерирующий контент для определенных категорий Интернет-пользователей. Также предложена объектная модель документов сайта в виде графа для поиска актуальной информации, что позволило осуществить персонализацию. Использование мультиагентной структуры позволило осуществить взаимодействие компонентов разработанной модели. Метод включает совокупность следующих действий: автоматическая выработка гипотез, что дает возможность определить наличие или отсутствие целевых свойств пользователя; анализ поведения пользователя по его серфингу в Интернете, что позволяет выдавать более релевантные результаты; построение информационного портрета для сбора статистически значимой совокупности информационных характеристик с целью планирования дальнейших действий; параллельная кластеризация пользователей с использованием самоорганизующихся карт Кохонена с целью ускорения обработки больших данных. Для ускорения вычислений самоорганизующиеся карты Кохонена адаптированы под симметричные мультипроцессоры системы. Показано, что для уменьшения времени вычислений необходимо выбирать конфигурацию вычислительной системы кратную размерности входных данных.

Результаты. Разработаны программное обеспечение и веб-интерфейс, реализующие предложенные модели и метод, используемые при проведении вычислительных экспериментов по верификации модели, оценки адекватности и исследованию свойств модели и метода.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенных моделей и методов. Применение совокупности методов и средств может быть использовано на практике для продвижения товаров и услуг в сети, для предоставления различных сервисов или отдельных его составных частей, для развития бизнеса.

1118. Бабаков Р. М. Обобщение математической модели микропрограммного автомата на счетчике / Р. М. Бабаков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – С. 100-109.

Актуальность. Решена задача разработки структурных модификаций микропрограммного автомата на счетчике, которые могут способствовать снижению аппаратных затрат в логической схеме микропрограммного автомата по сравнению с известными структурами.

Цель работы - обобщение структурных особенностей микропрограммного автомата на счетчике с использованием математической модели на основе промежуточной алгебры переходов.

Метод. Проанализирована известная математическая модель микропрограммного автомата на счетчике, основанная на представлении функции переходов в виде двух частичных функций. Использование в структуре автомата инкрементного счетчика выражается в данной модели промежуточной алгеброй переходов, сигнатура которой образована единственной функцией инкремента. При этом аргументом функции является код текущего состояния автомата, интерпретируемый как целое число без знака. Для рассмотренной математической модели сделан ряд обобщений в части количества промежуточных алгебр переходов, их сигнатур и носителей. Проанализированы изменения в математической модели и структуре автомата на счетчике, являющиеся следствием сделанных обобщений.

Результаты. На основании сделанных обобщений получены обобщенные структурная схема и математическая модель микропрограммного автомата с неканоническим способом реализации функции переходов. Проведены экспериментальные исследования эффективности разработанной обобщенной структуры МПА по критерию аппаратных затрат.

Выводы. Полученные в данной работе результаты могут быть использованы при разработке новых структур и формальных методов синтеза микропрограммных автоматов с неканонической реализацией функции переходов, ориентированных на оптимизацию аппаратных затрат в логической схеме автомата.

1119. Банах Р. І. Визначення параметрів ключа методу автентифікації WPA/WPA2 для системи-приманки мережі стандарту IEEE 802.11 / Р. І. Банах // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – С. 110-118.

Актуальність. Відкритим є питання правильності конфігурування систем-приманок, особливо це стосується систем-приманок, які імітують бездротові мережі, оскільки їх клієнти є мобільними, а контрольована зона часто не є обмеженою. Неправильна конфігурація системи-приманки може стати безкорисним навантаженням у середині автоматизованої системи, особливо це стосується систем-приманок для бездротової мережі стандарту IEEE 802.11. Система-приманка із низьким чи відсутнім рівнем захисту може викликати підозру у досвідченого зломисника, у гіршому ж випадку вона стане легкою здобиччю порушників метою яких є лише доступ до ресурсу Інтернет. З іншого боку, використання системи-приманки із максимальним рівнем захисту також не має сенсу, оскільки така модель стане неприступною фортецею для зломисника. Найбільш захищеними вважаються точки доступу на яких використовується метод автентифікації WPA/WPA2, застосування якого, імовірно, дасть впевненість зломиснику у тому, що він атакує легітимну систему.

Метою роботи є розробка діагностичної моделі для систем-приманок бездротових мереж стандарту IEEE 802.11 для умовного захисту якої використовується метод автентифікації WPA/WPA2. Така модель допоможе оцінити поточну конфігурацію точки доступу на імовірність використання відомих вразливостей методу автентифікації WPA/WPA2 з боку зломисників потрібного рівня підготовленості.

Метод. Запропоновано метод оцінки кваліфікованості зломисника та його технічної оснащеності шляхом підбору параметрів ключа WPA/WPA2 для системи-приманки у бездротовій мережі стандарту IEEE 802.11. Реалізація даного методу дозволить досягти зменшення навантаження на систему-приманку, що передусім створить ілюзію автентичності для зломисника. Запропоновано метод розподіленої атаки грубої сили на метод автентифікації WPA/WPA2, який забезпечує діагностику стійкості ключа системи-приманки у мережі Wi-Fi. Проведено порівняння апаратної віртуалізації з віртуалізацією на рівні операційної системи за однакових умов у рамках атаки грубої сили на механізм автентифікації WPA/WPA2.

Результати. Отримано оптимальні умови для проведення розподіленої атаки грубої сили у віртуальному середовищі, що дає змогу відносно швидко оцінити рівень захищеності системи-приманки.

Висновки. Запропоновано метод оцінки стійкості ключа для методу автентифікації WPA/WPA2 мережі стандарту IEEE 802.11 для взаємодії зі зломисником потрібного рівня кваліфікації і наявного у нього технічного забезпечення. Подальший розвиток отримав метод оцінки захищеності бездротових мереж стандарту IEEE 802.11 за допомогою методу аналізу ієрархій. Запропоновано середовище для проведення оцінки умовної захищеності системи-приманки із умовами застосування масштабованості даної технології; метод генерування словників для проведення оцінки захищеності систем-приманок, який дозволить уникнути повторення ключів і, тим самим, пришвидшить отримання результатів.

1120. Информативные параметры динамической нестационарности кардиосигналов / П. Ф. Щапов, С. Н. Коваль, Е. И. Король, Р. С. Томашевский, Т. И. Магдалиц // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 22-29.

Актуальность. Современная электрокардиография, несмотря на качественное улучшение в аппаратном обеспечении и возможности обработки данных, на сегодняшний день практически исчерпала ресурс получения дополнительной диагностической информации. В статье сделана попытка создания нового метода обработки электрокардиограмм на основе использования модели ЭКГ-сигнала, которая учитывает пьезоэлектрический эффект в некоторых биологических тканях и клеточных соединениях (кровь, стенки сосудов).

Цель работы. Вероятностное обоснование возможности формирования принципиально новых информативных диагностических признаков, использующих частотно-временную корреляцию между двумя вейвлет-спектрами ЭКГ-сигнала и его линейного преобразования.

Метод. В качестве экспериментальной модели используется аддитивная модель потенциала сердечной мышцы (наведенного электрического поля) и пьезоэлектрического потенциала системы "кровь-сосуды", вызванного сокращением миокарда. Для выделения влияния вызванного потенциала в работе предложен метод линейного преобразования ЭКГ-сигнала, обладающий высокой чувствительностью к локальной спектральной нестационарности. Для реализации этого метода использовано вейвлет-преобразование и предложен количественный показатель спектральной нестационарности ЭКГ-сигнала - коэффициент нормированной межспектральной корреляции (КНМК). Разработанный математический аппарат в работе использован для анализа двух электрокардиографических сигналов, условной нормы и с последствием инфаркта миокарда.

Результаты. В результате рассчитанных КНМК показана возможность количественного различия этих состояний с достаточно высокой статистической достоверностью. Базовым результатом работы является вероятностное обоснование возможности формирования принципиально новых информативных диагностических признаков, использующих частотно-временную корреляцию между двумя вейвлет-спектрами ЭКГ-сигнала и его линейного преобразования. Высокая чувствительность и информационная значимость корреляционных диагностических признаков подтверждены примерами дискриминации параметрически неоднородных ЭКГ-сигналов.

Выводы. Теоретически и экспериментально подтверждена спектральная нестационарность кардиосигнала; получена функциональная связь спектральной нестационарности ЭКГ-сигнала с эффектами квантованности скорости его изменения; разработан метод параметрического определения коэффициента межспектральной корреляции, позволяющий количественно описать динамику локально-спектральных изменений кардиосигнала для задач автоматического экспресс контроля и диагностики кардиосостояний и проведена его апробация.

1121. Каврин Д. А. Методы количественного решения проблемы несбалансированности классов / Д. А. Каврин, С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 83-90.

Актуальность. Решена задача восстановления баланса классов в несбалансированных выборках для повышения эффективности диагностических и распознающих моделей.

Цель работы - модификация существующего метода восстановления баланса классов и сравнительный анализ показателей его производительности с некоторыми современными методами.

Метод. Предложен метод предварительной обработки несбалансированной выборки, который базируется на объединении стратегии undersampling и технологии кластерного анализа. Метод позволил восстановить баланс классов и сократить объем выборки, при этом были сохранены важные топологические свойства выборки, высокий показатель точности и приемлемое время работы.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, которое было использовано при проведении вычислительных экспериментов по исследованию свойств метода и сравнительному анализу с другими методами восстановления баланса классов.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность, предложенного метода и реализующего его программного обеспечения. Метод позволил уменьшить мажоритарный класс до размеров миноритарного класса, соответственно уменьшив обучающую выборку (выборка считается несбалансированной, если размер миноритарного класса составляет менее 10% от размера исходной выборки), при этом продемонстрировал самые лучшие среди исследуемых методов показатели точности модели и сравнимую скорость формирования выборки. Это позволяет рекомендовать их для применения на практике при решении задач формирования обучающих выборок в условиях несбалансированности классов для диагностических и распознающих моделей.

1122. Коррекция погрешности многолучевости в показаниях спутниковых навигационных систем на основе вейвлет-преобразования их сигналов / К. В. Козадаев, Е. И. Козлова, И. О. Митрахович, Е. И. Киреева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 7-13.

Актуальность. Настоящее исследование направлено на повышение точности спутниковых навигационных систем за счет коррекции ошибки многолучевости при распространении спутникового радиосигнала. Задача уменьшения влияния эффекта многолучевости на точность навигационного решения - одна из актуальных проблем в современном спутниковом позиционировании, поскольку погрешность, вносимая переотражением спутниковых сигналов, может достигать десятков метров, что значительно затрудняет задачу построения точного навигационного решения в условиях сложного рельефа (например, в условиях плотной городской застройки, а также при использовании технологий спутниковой навигации в проектировании и строительстве).

Цель. Основной целью является уменьшение погрешности, вносимой ошибкой многолучевости, (минимум на один порядок), что позволит значительно увеличить точность решения навигационной задачи.

Метод. Рассматривается метод коррекции ошибки многолучевости с помощью вейвлет-преобразования поступающих дальномерных измерений - разновидность программного метода борьбы с погрешностями навигационного решения.

Результаты. Эффективность предлагаемого метода продемонстрирована как на смоделированном сигнале, так и на реальных данных спутниковой навигации. Программная реализация алгоритма коррекции и численные эксперименты реализованы средствами программного пакета MATLAB. Результаты показали эффективность применения данного метода коррекции многолучевости и подтвердили ожидаемую точность измерений после их обработки предложенным способом.

Выводы. Исходя из результатов, полученных в работе, можно заключить, что использование предлагаемого алгоритма вейвлет-преобразования повышает качество исходных данных, используемых для получения навигационного решения, в итоге повышая его точность.

1123. Кошевой Н. Д. Применение алгоритма оптимизации роem частиц для минимизации стоимости проведения многофакторного эксперимента / Н. Д. Кошевой, А. А. Беляева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 41-49.

Актуальность. Решена актуальная задача получения последовательности опытов при проведении *полного факторного эксперимента*, обеспечивающей его минимальную стоимость.

Цель работы - создание метода для оптимизации многофакторных планов эксперимента с помощью алгоритма оптимизации роem частиц.

Метод. Предложен метод построения оптимальной матрицы планирования эксперимента по стоимости реализации с использованием алгоритма роя частиц. Метод роя частиц базируется на моделировании поведения популяции частиц в пространстве параметров задачи оптимизации. Вначале вводится количество факторов и стоимость перехода для каждого уровня факторов. Затем с учетом введенных данных формируется сводная матрица планирования эксперимента. Частицы разбросаны случайным образом по всей сводной матрице планирования эксперимента, и каждая частица имеет случайный вектор скорости. После этого частицы начинают перемещаться по строкам и столбцам матрицы. В каждой точке, где побывала частица, рассчитывается значение стоимости проведения эксперимента. При этом каждая частица запоминает, какое (и где) лучшее значение стоимости эксперимента она лично нашла и где расположена точка, являющаяся лучшей среди всех точек, которые разведали частицы. На каждой итерации частицы корректируют свою скорость (модуль и направление), чтобы с одной стороны быть поближе к лучшей точке, которую она нашла сама и, в то же время, приблизиться к точке, которая в данный момент является глобально лучшей. Через некоторое количество итераций частицы собираются вблизи наиболее хорошей точки. Затем корректируется текущая координата каждой частицы. После этого рассчитывается значение стоимости проведения эксперимента в каждой новой точке, каждая частица проверяет, не стала ли новая координата лучшей среди всех точек, где она побывала. Затем среди всех новых точек осуществляется проверка, не нашли ли мы новую глобально лучшую точку, и, если нашли, запоминаем ее координаты и значение стоимости проведения эксперимента в ней. Затем рассчитывается выигрыш по сравнению с исходной стоимостью проведения эксперимента.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод, которое использовано при проведении вычислительных экспериментов по исследованию свойств метода.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного метода и реализующего его программного обеспечения, а также позволяют рекомендовать их для применения на практике при построении оптимальных матриц планирования экспериментов.

1124. Левин В. И. Полиинтервальная математика и оптимизация в условиях неопределенности / В. И. Левин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 58-64.

Актуальность. В последние десятилетия в гражданской и военной сферах все чаще встречаются новые информационные технологии, основанные на новых подходах к описанию различных видов неопределенности. Эти технологии широко применяются в технике, экономике, социальной сфере. Для их поддержки необходимы новые достаточно мощные математические модели и методы. В связи с этим данная статья, посвященная разработке новой модели неопределенности (полиинтервал) и математических методов и моделей для ее изучения, применительно к решению задач оптимизации в условиях неопределенности, является весьма актуальной.

Цель статьи заключается в детальной разработке новой математической модели неопределенности - полиинтервала, являющегося последовательностью конечного числа независимых интервалов неопределенности, с целью оптимизации разнообразных технических, экономических, социальных и иных систем с полиинтервальными параметрами.

Метод. Для достижения поставленной цели в статье предложено распространить на изучение оптимальных операций над полиинтервалами известный в интервальной математике метод введения операций над интервалами в виде теоретико-множественного обобщения соответствующих операций над вещественными числами.

Результат. В статье детально разработана новая математическая модель неопределенности - полиинтервал. Определены оптимальные операции ($\max$, $\min$) над полиинтервалами, выведены правила их выполнения. Установлены необходимые и достаточные условия существования этих операций, т.е. условия сравнимости полиинтервалов по отношениям "больше" и "меньше". Дан пример использования полученных результатов для принятия оптимального экономического решения о выборе наилучшего места работы по критерию "наибольшая зарплата". Показано, что полиинтервал, являющийся более сложной моделью неопределенности систем, чем интервал, позволяет исследовать неопределенные системы с такими же временными затратами.

Выводы. Научная новизна данной работы состоит в предложенной автором новой математической модели неопределенности различных систем в виде полиинтервалов, совместно с математическим аппаратом, позволяющим выполнять оптимальные операции над полиинтервалами и тем самым дающим возможность решать задачи оптимизации технических, экономических, социальных и иных систем с полиинтервальными параметрами.

1125. Лисицкий К. Е. Вырожденные S-блоки / К. Е. Лисицкий // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – С. 129-138.

Актуальность. S-блоки являются одним из основных преобразований многих шифров, и поиску S-блоков с улучшенными криптографическими показателями уделяется громадное внимание в литературе этого направления. Тем самым полагается, что есть подстановки (S-блоки), которые следует считать плохими, т.е. такие, которые не подходят для построения надежных шифров. С другой стороны, одно из направлений совершенствования конструкций шифров, которое развивается в последнее время, связано с построением шифров, в которых могут применяться S-блоки случайного типа. Возникает важный вопрос. А какие же S-блоки не подходят для построения шифрующих преобразований? В этой связи большую актуальность приобретает изучение свойств и особенностей формирования S-блоков вырожденных конструкций, под которыми понимаются подстановки, ухудшающие криптографические показатели шифров.

Цель. Изучение свойств и особенностей формирования подстановок вырожденного типа, оценка вероятности их порождения с помощью генератора случайных подстановок. Определение признаков, по которым можно отличить вырожденные подстановки.

Метод. Построение поцикловых законов распределения максимумов таблиц дифференциальных разностей и таблиц линейных аппроксимаций для уменьшенных моделей шифров, при использовании в них разных (вырожденных) конструкций S-блоков. Определение закона распределения максимумов XOR таблиц и смещений таблиц линейных аппроксимаций байтовых подстановок.

Результаты. Изучены ансамблевые характеристики множества байтовых подстановок. На основе изучения дифференциальных и линейных свойств уменьшенных моделей шифров определены признаки, по которым можно выявить вырожденные подстановки. Вычислительным и экспериментальным путем определена вероятность случайного порождения (выбора) байтовой подстановки вырожденного типа.

Выводы. Результатами работы подтверждено, что получение вырожденных байтовых S-блоков при случайном их порождении является маловероятным событием. Это означает, что практически без ограничений в шифрах могут использоваться S-блоки, порождения с помощью генератора случайных подстановок.

Научная новизна состоит в том, что изучено влияние вырожденных подстановок на эффективность шифрующих преобразований. Впервые установлено, что использование в шифрах S-блоков, порожденных случайным образом, с очень большой вероятностью не приводит к ухудшению показателей стойкости шифров к атакам дифференциального и линейного криптоанализа.

Практическая значимость результатов работы заключается в получении конкретных данных, подтверждающих основное положение развиваемой новой методики оценки стойкости блочных симметричных шифров к атакам дифференциального и линейного криптоанализа о независимости показателей стойкости шифров от применяемых S-блоков, в том числе и S-блоков случайного типа.

1126. Мамедов К. Ш. Понятие гарантированного решения по функционалу для многомерной задачи о ранце и методы его построения / К. Ш. Мамедов, Н. Н. Мамедов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 166-173.

Актуальность. Рассмотрена задача построения гарантированного субоптимального (приближенного) решения по функционалу в одномерной и многомерной задачах о ранце. Объектом исследования являлась модель с приращением коэффициентов целевой функции.

Цель работы. Разработка методов построения гарантированного субоптимального решения по функционалу в одномерной и многомерной задачах о ранце, т. е. найти такие минимальные изменения коэффициентов функционала в заданных интервалах, чтобы найденное решение гарантировало значения функционала не меньше, чем заранее фиксированного.

Метод. Введены понятия допустимого, гарантированного и гарантированного субоптимального решений по функционалу в многомерной задаче о ранце. В заданных интервалах необходимо найти такие минимальные изменения коэффициентов функционала, чтобы найденное решение гарантировало значение функционала не меньше, чем заранее фиксированного. Такое решение называем гарантированным решением по функционалу для одномерной и многомерной задачи о ранце. Разработаны методы их построения. Составлен программный комплекс для нахождения этих решений и проведены многочисленные вычислительные эксперименты над случайными задачами большой размерности.

Результаты. Разработан алгоритм для построения гарантированного субоптимального решения по функционалу в одномерной и многомерной задачах о ранце.

Выводы. Составлен программный комплекс для нахождения гарантированного субоптимального решения по функционалу и проведены многочисленные вычислительные эксперименты над случайными задачами большой размерности.

1127. Шейкус А. Р. Статическая оптимизация процессов ректификации с использованием подвижных управляющих воздействий / А. Р. Шейкус, В. Я. Тришкин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – С. 192-201.

Актуальность. Решена актуальная задача многокритериальной статической оптимизации процессов ректификации с использованием подвижных управляющих воздействий, которые заключаются в изменении места ввода сырья в колонну, а также исследована эффективность их использования при различных статических режимах процесса.

Цель работы - повышение производительности процесса ректификации и снижение энергетических затрат на его ведение путем использования при управлении процессом подвижных управляющих воздействий и многокритериального подхода к расчету их оптимальных величин.

Метод. Предложены методы расчета оптимальной тарелки питания совместно с расчетами оптимальных величин традиционных управляющих воздействий - расхода пара в куб колонны и выхода целевого продукта - на основании критериев максимизации производительности и минимизации энергозатрат с использованием нормализованного критерия оптимизации. Расчеты проводятся с использованием нелинейной математической модели процесса, описывающей процессы тепло- и массообмена на каждом контактном устройстве установки. Расчет оптимальной точки на границе рабочей области ректификационной колонны в координатах традиционных управляющих воздействий предложено вести методом секущих. Так как величина искомого подвижного управляющего воздействия может принимать только дискретные, целочисленные значения, то для решения оптимизационной задачи предложен метод сканирования.

Результаты. Разработанный оптимизационный метод использовался для расчетов оптимальных статических режимов ректификационной колонны для разделения смеси метанол-вода при изменении значений параметров модели в широких пределах. Доказана экстремальная зависимость от величины подвижного управляющего воздействия как частных критериев, так и нормализованного критерия оптимизации. Результаты моделирования показали, что достигаемое использованием подвижных управляющих воздействий повышение производительности составляет 1-5% при экономии тепла в кубе колонны на 6-8%.

Выводы. Проведенные исследования доказали эффективность многокритериального подхода к решению задачи статической оптимизации процессов ректификации с использованием подвижных управляющих воздействий, что позволяет использовать его на практике. Предложенные методы статической оптимизации применимы для процессов многокомпонентной, сложной ректификации. Дальнейшие исследования в данном направлении заключаются в разработке методов и алгоритмов статической оптимизации процессов ректификации с использованием непрерывных подвижных управляющих воздействий, подвижных воздействий с двумя степенями свободы, в моделировании переходных процессов в ректификационных колоннах при подвижном управлении.

1128. Baranovskiy N. V. Gis-technologies and mathematical simulation to predict lightning-caused forest fire danger / N. V. Baranovskiy, E. P. Yankovich // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – Р. 30-40.

Context. The components of the geoinformation system for monitoring, forecasting and assessment of forest fire danger caused by thunderstorm activity are developed. Objective of the work is to create an embedded software tool for physically based forecasting, monitoring and evaluation of the probability of forest fire occurrence as a result of the impact of a lightning discharge on a tree trunk.

Method. Structural analysis is used to design elements and information flows inside and outside of the developed geographic information system. Mathematical modeling is used to determine the parameters of tree ignition by the cloud-to-ground lightning discharge. Mathematically, the process of tree trunk heating is described using a system of non-stationary heat conduction equations with a source part responsible for the heat release according to the Joule-Lenz law in the core of the tree trunk. The finite difference method is used to solve the differential heat equation. Finite-difference analogues are solved by the double-sweep method. Program realization is implemented in the built-in high-level language. The probability theory (conditional probability) is used to develop a probabilistic criterion for forest fire danger estimation.

Results. A software tool is developed to estimate the tree ignition delay time as a result of the impact of a cloud-to-ground lightning discharge. The GIS-system component is developed in the high-level programming language Python. We have obtained probability distribution of forest fire occurrences from thunderstorms for the territory of the Timiryazevsky forestry in the Tomsk region is obtained.

Conclusions. We have proposed a physically proved method for forecasting, monitoring and assessing forest fire danger caused by thunderstorm activity. The deterministic mathematical model is used to simulate tree ignition by the cloud-to-ground lightning discharge in conjunction with the probabilistic criterion for assessing forest fire danger. We have analysed forest fire danger for a typical territory of the Tomsk region (Timiryazevskiy forestry).

1129. Berezsky O. M. Evaluation methods of image segmentation quality / O. M. Berezsky, O. Y. Pitsun // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – P. 119-128.

Context. The basic methods of quantitative evaluation of image segmentation quality are explored. They are used to select segmentation algorithms for specific image classes. The object of the study is cytological and histological images that are used in diagnosing the pathological processes in oncology. The subject of the study is quantitative methods for segmentation algorithms' quality evaluation.

Objective. The purpose of the work is to introduce the Gromov-Frchet metric and develop a metric-based method for quantitative evaluation of segmentation quality for image segmentation algorithms' comparison.

Method. The quantitative evaluation criteria, which are based on comparison with etalon image and without the comparison with etalon image, are analyzed. The algorithms for measuring the distances between images based on the Frchet, Hausdorff, and Gromov-Hausdorff metrics are analyzed.

To calculate the distance between the contours of images, the Gromov-Frchet distance was introduced. The condition of identity, symmetry and triangle is proved, and it is shown that the Gromov-Frchet distance is a metric.

The metric-based method of quantitative evaluation of segmentation quality is developed. It is based on the use of the Gromov-Hausdorff and Gromov-Frchet metrics. The method is based on the algorithms for non-convex-into-convex polygon transformation, weighted chord algorithm, and algorithms for calculating the Frchet and Hausdorff distances. To calculate the Hausdorff distance between convex regions, the Atalah's algorithm was used. The Thierry and Manillo algorithm was used to find the discrete Frchet distance. These algorithms have the lowest computational complexity among their class of algorithms.

Results. The Gromov-Frchet metric was introduced and the metric-based method of quantitative evaluation of segmentation quality was developed.

Conclusions. The conducted experiments on the basis of cytological images confirmed the performance of software for evaluation the distances between images. The developed method showed a high accuracy of estimation the distances between images. The developed software module was used in intelligence systems for diagnosing the breast precancerous and cancerous conditions. The software can be used in various software systems of computer vision. Promising areas for further research are search for new metrics to evaluate the distances between images.

1130. Computer simulation of electromagnetic field with application the frequency adaptation method / D. S. Yarymbash, S. T. Yarymbash, M. I. Kotsur, D. O. Litvinov
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – P. 65-74.

Context. A modern stage of powerful radio-electronic and electrotechnical systems development, with a power more than 1 MW, imposes increased requirements to their energy equipment, uninterrupted operation and power supply reliability in various operational modes. Field simulation of such systems class is based on modern numerical realization methods of boundary value problems for Helmholtz and Maxwell equations, both in single-connected and multi-connected domains. It imposes increased requirements to resources, computer hardware speed and software computing efficiency, defining the relevance of a new mathematical apparatus development or its elaboration, including combinations of analytical and approximate numerical methods.

Objective. The purpose of work is the elaboration a new numerical realization methods of field models taking into account AC electrophysical processes with high frequency on the basis of Helmholtz equations in frequency formulations, adapted to software packages use with a free license.

Method. A new method of frequency adaptation is elaborated, which provides systems of Helmholtz equations reduction in vector magnetic potential formulations to the recurrent modified Maxwell's equations, in analogies of DC formulation, and also provides high precision and field simulation efficiency.

Results. The generalized spatial mathematical model of interrelated electromagnetic and electrothermal processes AC energy conversion in current-conducting wires of powerful radio-electronic and electrotechnical systems is offered. This model considers operational modes, nonlinear dependences of electrophysical properties in electrotechnical materials, replacement effects and outer superficial effects, self- and mutual induction. A new method of frequency adaptation is elaborated, based on Helmholtz system of equations reduction in the vector magnetic potential formulations, in frequency domain, to the recurrent modified Maxwell's equations, in analogies of DC formulation, and also provides high precision and field simulation efficiency. At numerical realization of frequency adaptation methods and finite elements, the number of freedom degrees decreases twice. It is caused by step-by-step solution the recurrent modified Maxwell's equations, in analogies of DC formulations, for real and imaginary components of electric and vector magnetic potentials.

Conclusions. The elaborated new frequency adaptation method significantly expands possibilities of production design preparation for powerful radio engineering systems. It allows using the software packages with a free license, reduces requirements to computing resources, reduces time costs and provides high precision in electromagnetic fields simulation.

1131. Control of technical systems based on prediction of their individual resource
/ V. V. Nahorny, E. A. Lavrov, N. A. Fedotova, E. G. Kuznetsov // Радіоелектроніка,
інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – P. 174-182.

Contex. The actual task of forecasting an individual resource of a variety of design and design of technical systems was solved.

Objective. The purpose of the work is to develop a methodology for managing the operation of complex technical systems based on the forecasting of their individual resource.

Method. Modern management methods allow you to make advance management decisions to prevent accidents and the consequent technogenic catastrophes. These decisions are based on extrapolating the value of the monitored signal to the maximum permissible level. However, the norms are compiled based on average statistical data, which can only relate to a controlled sample of the machine with a certain degree of probability. This is the cause of errors in predicting the moment when this sample is stopped for repairs. This problem is especially urgent for complex and responsible technical systems manufactured in small series or even in single specimens. Such systems do not have statistical data to create these norms.

To solve this problem, another management methodology was developed that excludes the extrapolation procedure and allows determining the operating time of the technical system prior to repair based on the identification results of the model, describing the time variation of the value of the monitored parameter.

Results. The methodology of management of technical systems is developed, ensuring the control of their current technical condition based on information on their individual resource. The methodology was used to control the gradual deterioration of the technical state of the hydro turbine, which resulted in its catastrophic destruction.

Conclusions. The performed calculations confirmed the efficiency of the proposed methodology for managing the operation of technical systems based on the forecasting of their individual resource, which makes it possible to recommend it for use in practice when solving problems of controlling the operation of complex technical systems, thus preventing their accidents, often leading to man-made disasters. Prospects for further research will be the development of a forecasting - diagnostic complex, the software of which reflects the algorithm for applying the developed methodology of forecasting an individual resource of various designs and designation of technical systems.

1132. Goncharenko A. V. Optimal controlling path determination with the help of hybrid optional functions distributions / A. V. Goncharenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – P. 149-158.

Context. The problem of the determination of the optimal value of the augmentation coefficient of a proportional governor included into an inertness-less linear object control system on the basis of a synthesized model is solved. The object of the presented study is the optimal control process.

Objective. The goal of the work is a creation of a method for a problematic situation of the optimum definition, evaluation, and determination solving at the control system.

Method. A rough model of the phenomenon, and simplified dependence of optimal controlling trajectory upon the cost, of control in an inertness-less linear controlling system equipped with a proportional governor are proposed. The accuracy of the behavior of the investigated linear object of control has been chosen in the given consideration as an initial target value which needs to be minimized. The method of the model building with regards to an expenditures principle is offered. It provides taking into account the cost of controlling process. It allows finding the optimal controlling value on the multi-optional basis. There applied a certain analogue to the subjective entropy maximum principle of the subjective analysis in order to obtain a specific optimal distributions for the objective value in the view of the composed functional. The method of the uncertainty degree of the options extremization is improved by a continuous optional value introduction that allows forming the value distribution density. The optional synthesized model of the control process is built.

Results. The developed theoretical models allow obtaining, and have been implemented in, finding the hybrid optional density as an optimal solution of a variational problem with two independent variables, which maximal value is the sought optimal controlling path delivering minimum to the integrated expenses pertaining with the process.

Conclusions. The numerical experiments on the proposed methods studying in the problem of optimization are conducted. The discovered dependencies are substantiated as a result of these experiments. Their use in practice makes it possible, and is recommended, to carryout optimal control in the described systems. The prospects for further research may include creations of models for the optimal control trajectories findings on conditions involving rates of the considered values varying and in probabilistic, stochastic, undetermined problem settings.

1133. Korniienko V. I. Adaptive optimal control system of ore large crushing process / V. I. Korniienko, S. M. Matsiuk, I. M. Udov'uk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – P. 159-165.

Context. The task of efficiency increase of power-hungry ore large crushing process by creation of optimal control system of it is decided.

Objective is a improvement of control quality of ore large crushing process in conditions of information uncertainty about its state by synthesis of optimal control based on identification of the process predictive model during control system functioning.

Method. It is developed the adaptive optimal control system of the ore large crushing process, which realizes the following procedures: estimation of the controlled process state, its structural-parametric identification, prediction of the process progress, as well as synthesis of optimal control. The solution of problem of synthesis of large crushing process optimal control is carried out during system functioning by the principle of minimum of the generalized work on the sliding optimization interval with attraction of information about controlled process state to the new interval of optimization and its future state by the predictive model that allows to simplify the solution of problem of synthesis for nonlinear large crushing process and to compensate disturbances. The large crushing process identification is carried out by definition of the operating mode and dimension of its state, based on which it is performed the model structure and parameters with the help of composition of methods of global and local optimization that allows to increase the model accuracy.

Results. It is determined that for large crushing process the offered optimal control with prediction provides the decrease of the control error in ~ 2 times and increase of productivity of the process of ore self-grinding, the next one in the technological line, (due to stabilization of content of class +100 mm in its input ore) on 3.8%.

Conclusions. The scientific novelty of the work consists in development of adaptive system of large crushing process optimal control, in which the optimal control is formed in the course of functioning of control system by the principle of minimum of generalized work with the current estimation of the state of operated process and its future state by the predictive model that provides the control system invariance to the changes of operating modes of the equipment and the disturbing environment, and therefore, the improvement of control quality.

The practical significance of results of the work consists in development of algorithms of the current estimation and prediction of large crushing process state, its identification and synthesis of optimal control realizing control system.

1134. Lamtyugova S. N. Method of numerical analysis of the problem of stationary flow past bodies of revolution by viscous fluid / S. N. Lamtyugova, M. V. Sidorov, I. V. Sytnykova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – P. 50-57.

Context. The nonlinear stationary problem of flow past a body of revolution by a viscous incompressible fluid is examined in this article.

Objective. The purpose of this work is to develop a new method of numerical analysis of stationary problems of flow around bodies of revolution by viscous incompressible fluid.

Method. The mathematical model of the process under consideration is a nonlinear boundary value problem for the stream function obtained by the transition from the system of Navier-Stokes equations to one nonlinear equation of the fourth order. A special feature of the formulation the task of the flow past body is that the boundary value problem is considered in an infinite region and both boundary conditions on the boundary of the streamlined body and the condition at infinity are imposed for the stream function. Using the structural method (the R-functions method), the task solution structure, that exactly satisfies all the boundary conditions of the task, and also guarantees the necessary behavior of the stream function at infinity, is constructed. Two approaches are proposed to approximate the uncertain components of the structure. The first approach is based on the use of the successive approximations method, which makes it possible to reduce the solution of the initial nonlinear task to the solution of a sequence of linear boundary value problems. These linear tasks are solved by the Bubnov-Galerkin method at each step of the iteration process. The second approach for approximating the uncertain components of the structure is based on the usage of the nonlinear Galerkin method and it is proposed to use it in the case of divergence of successive approximations. In this case, the solution of the initial nonlinear task reduces to solving a system of nonlinear algebraic equations.

Results. A computational experiment was carried out for the task of flow past a sphere, an ellipsoid of rotation and two articulated ellipsoids for various Reynolds numbers.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the efficiency of the proposed method of numerical analysis of stationary problems of flow around bodies of revolution by viscous incompressible fluid. The prospects for further research may consist in using the method developed for the implementation of semi-discrete and projection methods for solving non-stationary problems.

1135. Molchanova V. S. The technique of homotopic skeletonization of bit-mapped drawings of parts of sea transport / V. S. Molchanova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 1 (44). – P. 139-148.

Context. Skeletonization is used in image processing of technical drawings, including drawings of sea transport parts, since the object's skeleton reflects its topological structure. Comparative analysis of the best methods of parallel topological skeletonization of the area objects, using spatial masks, showed that they give iterative distortions to the topology of primitives and their compositions. Therefore, the task of developing a technique for homotopic skeletonization of bit-mapped drawings of sea transport parts is relevant.

Objective. To develop technique of improvement of topological equivalence of the skeletons to the contour of sea transport parts, by means of gradual correction of typical skeleton's distortions.

Method. Correction of skeleton's iterative distortions by modified spatial masks of the basic method of skeletonization and the reconstruction of the resulting skeleton by masks to restore its homotopy to the original, on the basis of developed reconstruction rules. Execution of the proposed technique was carried out on example of the basic method R.Y. Wu & W.H. Tsai.

Results. The proposed technique is implemented as a program application that allows to perform quality skeletonization of images of drawings of sea transport parts.

Conclusions. The shown examples of results of skeletonization of drawings of parts confirm efficiency of the proposed technique. The technique can be adapted to the methods of topological skeletonization of area objects, based upon application of spatial masks.

1136. Novotarskyi M. A. Simulation of 3D transient flow passing through an intestinal anastomosis by lattice-boltzmann method / M. A. Novotarskyi, S. G. Stirenko, Y. G. Gordienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – P. 75-82.

Context. Recently, the number of reconstructive operations on the digestive tract has significantly increased. Such operations have predictable negative consequences associated with disruptions of hydrodynamic processes in the anastomosis area. These negative consequences can be partially avoided by choosing anastomosis anatomical form based on mathematical modeling. Known mathematical models are cumbersome and do not allow to obtain results in real time. The proposed approach using lattice Boltzmann method allows solving this problem.

Objective. The purpose of the work is to develop a three-dimensional mathematical model of anastomosis for research of hydrodynamic parameters of fluids with complex structure in real time.

Method. The method of constructing and analyzing the mathematical model of anastomosis of the digestive tract based on lattice Boltzmann method is proposed. The method differs in that it provides simultaneous analysis of hydrodynamic parameters of the liquid and determines the nature of movement of fine-grained inclusions in the anastomosis area. The main stages of the method are the development of technology for determining the modeling area, discretization of the three-dimensional Boltzmann equation with the choice of lattice and the nature of the collision operator, taking into account the complex structure of the liquid; development of the technology of transition from the density distribution function to the distribution of pressure at the mesoscopic level, taking into account the properties of the liquid, the creation of the process of transforming the set of mesoscopic parameters into the macroscopic parameters of the liquid.

Results include determining the distribution of the velocity field in the anastomosis area to modify its geometry. The study of the influence of gravity on the nature of motion of fine-grained inclusions has been carried out. The quantitative characteristics of the delay of particles in the area of anastomosis, depending on the dynamic viscosity of the liquid, are determined.

Conclusions. The three-dimensional mathematical model discussed in this paper is based on the application of the lattice Boltzmann method for calculating the hydrodynamic parameters of the motion of fluid in the study area. The distinctive feature of the model is that it accounts for the complex nature of the liquid having fine-grained inclusions. The model allows determining the behavior of these inclusions and the field of speed with sufficient accuracy in real time.

1137. Turpak S. M. Improvement of a system controlling a process of railcars unloading in the context of changes in temperature mode while operating / S. M. Turpak, I. O. Taran, O. O. Ostrohiad // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – P. 183-191.

Context. The problems of cost minimizing for the delivery of raw materials, fuel and materials, while meeting all the requirements of end user in terms of transportation, condition, quality and amount of the cargo, the compliance of the rolling stock with the equipment of unloading points, etc. are still the key problems of efficient transportation management. A problem to improve a system controlling a process of cargo operations performance at industrial enterprises during the cold season, when well-managed process is considerably complicated by the influence of stochastic fluctuations in the environmental temperature remains to be topical one. Delivery cost experiences significant increase due to the growth of power consumption for the cargo defrosting.

The objective of the paper is to improve a system controlling a process of railcars unloading in terms of expectations of the negative changes in the temperature mode owing to optimization of the railcars distribution among the unloading points by the criterion of the idle time minimization.

Method. Two temperature modes are singled out: standard operating mode in terms of positive temperatures and a mode of necessity to recover looseness of frozen cargos. The method of operative disbalance of incoming cargo flows has been developed to provide more rational distribution of cargos within cargo loading/unloading complexes during the periods of temperature changes being typical for Ukrainian climate. A new procedure to solve dynamic transportation problem with the varying intensity factor of incoming cargo flows in terms of time has been developed. A factor of minimum period for cargo operation has been proposed as an optimization criterion.

Results. Methodology has been developed basing upon a method of operative disbalance of incoming cargo flows. Experiments concerning the methodology application have been carried out to improve the system controlling the process of railcars unloading in terms of changes in temperature mode.

Conclusions. Analysis of the research results has shown that the proposed approach decreases significantly the idle time of the railcars in terms of temperature mode changes, reduces expenses connected with the railcars use as well as the expenses connected with the recovery cargo looseness and operation of locomotives.

1138. Tyurin S. E. Study of the multi-input LUT complexity / S. E. Tyurin, A. V. Grekov
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 1 (44). – Р. 14-21.

Contex. The programmable logic integrated circuits FPGA (field-programmable gate array) used realization of the generator of functions LUT (Look Up Table), which is configured by loading a configuration memory for calculating a logic function in perfectdisjunctive normal form (PDNF). The LUT dimension determines the technological limitations of Mead and Conway on the number of series-connected MOS transistors. The standard number of LUT inputs for many years was 3 or 4, and 4-LUT is constructed from two 3-LUTs with an additional 1-LUT. However, in many projects, it is required to calculate functions of a large number of arguments. This requires a multi-input LUT, which is built as a decomposition of 3-LUT, 4-LUT. The speed of computing logic functionsdetermines by the delay in the coupling matrices, so this decomposition leads to a decrease in performance. In recent years, the direction of adaptive logical modules (ALM) has been actively developing, in which the user has access to various versions of logical elements for five, six and even seven, eight variables, which leads to an increase in performance. However, the manufacturer's documentation does not provide a detailed description of the features of such multi-input LUTs, taking into account the Meade-Conway constraints. In addition, there are no estimates of complexity and speed of multi-input LUTs. The analysis of sources allows suggests a further increase in the LUT bit capacity and the convergence of FPGA and CPLD (complex programmable logic devices) capabilities in terms of bit depth. Therefore, studies of the features of constructing multi-input LUTs are relevant and the authors attempted to analyze the implementation of such prospective multi-bit logic.

Objective. The purpose of this work is to estimate the complexity and speed of the decomposition of a multi-bit LUT.

Method. Obtaining expressions for estimating the complexity and speed of decomposition of a multi-bit LUT on a LUT of a lower bit length.

Results. A comparison of the complexity and delay in the number of transistors in the decomposition of a multi-bit LUT in the computer mathematics system Mathcad is performed.

Conclusions. The conducted researches made it possible to establish the features of constructing multi-bit LUTs and to evaluate various variants of decomposition with further increase in the LUT dimension with the subsequent choice of the optimal ALM variant.

№ 2

1139. Бісікало О. В. Оптимізація класифікатора автоматизованої системи розпізнавання мовця критичного застосування / О. В. Бісікало, Т. В. Грищук, В. В. Ковтун // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 30-43.

Актуальність. Розглянуто питання адаптації згортального нейромережевого класифікатора для використання у автоматизованій системі розпізнавання мовців критичного застосування (АСРМКЗ). Об'єктом дослідження є індивідуальні особливості мовного процесу людини.

Мета роботи. Розроблення заходів по виділенню з мовного сигналу індивідуальних для мовця ознак, підвищення їх інформативності в результаті виконання факторного аналізу, їх візуальне представлення для використання згортального нейромережевого класифікатора та оптимізація його архітектури для потреб АСРМКЗ.

Метод. Запропоновано заходи по оптимізації процедури класифікації мовців АСРМКЗ, для чого теоретично обґрунтовано оптимальний спосіб представлення інформативних ознак і метод підвищення їх інформативності, обґрунтовано вид топологію і заходи для підвищення ефективності процесу розпізнавання мовців. Зокрема, обґрунтовано доцільність використання нормалізованих за потужністю кедральних коефіцієнтів PNCC для опису фонограм, записаних в умовах шумного оточення, запропоновано використовувати фільтри Габора для представлення інформації, що аналізуватиметься згортальною нейромережею, вибрано оптимальний метод факторного аналізу, а саме, розріджений метод аналізу головних компонент, для зменшення розмірності вектору ознак із збереженням його інформативності, запропоновано удосконалену топологію згортальної нейромережі для АСРМКЗ, у якій фільтри Габора інтегровано у згортальний шар, що дозволяє оптимізувати їх параметри при навчанні нейромережі, і на повнозв'язному шарі використано глибоку нейромережу із bottleneck-шаром, ваги якого після навчання використано як вхідні дані для контрольного GMM/HMM-класифікатора.

Результати. Методи представлення та оптимізації інформативних для розпізнавання мовця ознак, методи їх візуального представлення та удосконалення топології згортальної нейромережі для прийняття рішень на їх основі.

Висновки. Отримані теоретичні результати знайшли емпіричного підтвердження. Зокрема, доведено стійкість удосконаленої згортальної нейромережі до присутності шумів оточення у вхідних фонограмах, яка виявилася вищою за показники звичайної згортальної нейромережі та глибокої нейромережі. При зростанні ВСШ > 10 дБ контрольний GMM/HMM-класифікатор виявився ефективнішим за нейромережеві щодо імовірності правильного розпізнавання мовців, що можна пояснити ефективністю використаної UBM-моделі, але він є і суттєво ресурсоемнішим. Також емпірично виявлено вікна банку фільтрів Габора, які надавали найбільш варіативну щодо індивідуальних особливостей мовлення, інформацію.

1140. Гадецька С. В. Методи структурної класифікації зображень на засадах баєсовської теорії прийняття рішень / С. В. Гадецька, В. О. Гороховатський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 2 (45). – С. 90-97.

Актуальність. Забезпечення результативності та багатфункціональності сучасних систем комп'ютерного зору вимагає створення різноманітня ефективних методів інтелектуального оброблення візуальної інформації. Розвиток систем структурного розпізнавання безпосередньо пов'язаний як із побудовою нових ефективних методів, так і з необхідністю створення дієвого механізму оцінювання результативності таких методів для довільних прикладних зразків візуальних даних. Одним із засобів, що базуються на статистичних характеристиках структурних даних, є апарат баєсовської теорії прийняття рішень. Обчислення апостеріорних ймовірностей віднесення опису візуального об'єкта до множини еталонів дає можливість як безпосередньо здійснювати розпізнавання на їх підставі, так і попередньо оцінити результативність процедур порівняння чи обчислення релевантності описів стосовно конкретної прикладної бази зображень. Особливу увагу приділяють вивченню структури множини дескрипторів зображень, що безпосередньо впливає на показники функціонування систем розпізнавання.

Мета. Вивчення можливості та особливостей застосування статистичної теорії розпізнавання щодо механізму прийняття рішень та оцінювання ефективності у виді ймовірностей віднесення опису об'єкта до класу, а також порівняння отриманих результатів обчислень із експериментальними даними комп'ютерного моделювання.

Метод. Запропоновано метод розпізнавання на основі застосування кластерних характеристик бази еталонних зображень із використанням баєсовської теорії прийняття рішень. Підсумком дослідження є створення механізму розпізнавання та оцінювання результативності процедур обчислення релевантності структурних описів.

Результати. Головним результатом статті є підтвердження фундаментального зв'язку методів порівняння з еталоном та статистичного підходу у розпізнаванні образів стосовно структурних описів у вигляді множини характерних ознак зображень, які результативно представлено кластерним виглядом. Запропонований у роботі більш простий в аспекті обчислювальних витрат статистичний підхід на підставі баєсовських оцінок може застосовуватися для попередніх розрахунків ефективності розпізнавання без проведення затратних експериментів з програмного моделювання.

Засвідчено ефективність розробленого методу обчислення ймовірнісних оцінок розпізнавання для прикладних баз зображень. Результат класифікації продемонстрував універсальність та коректність застосування методу, кожний із тестових об'єктів у декількох розглянутих базах зображень розпізнаний правильно.

Здійснено порівняння отриманих кількісних результатів обчислень із експериментальними даними комп'ютерного моделювання.

Висновки. У проведеному дослідженні запропоновано метод структурної класифікації зображень на основі кластерного подання опису засобами баєсовської теорії прийняття рішень. Основна ідея застосування належного математичного апарату полягає у віднесенні аналізованого об'єкта до еталону, що має найбільше значення апостеріорної ймовірності. Розроблений метод забезпечує достатній рівень розрізнення зображень, що підтвердили описані розрахунки та результати моделювання. Впроваджено механізм оцінювання результативності аналізованих методів структурного розпізнавання в межах прикладної бази зображень.

Наукова новизна дослідження полягає у синтезі нового методу структурного розпізнавання зображень та попереднього оцінювання ефективності шляхом застосування засобів баєсовської теорії прийняття рішень і побудови класифікаційних висновків у просторі кластер-еталон.

Практична значущість роботи - отримання прикладних розрахункових моделей для застосування методів структурного розпізнавання і підтвердження їх результативності в конкретних прикладах баз зображень.

1141. Дмитриев В. С. Вплив термічної обробки на вольт-амперну характеристику та інжекційні властивості гетеропереходу Ag/n-p+GaAs / В. С. Дмитриев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 7-13.

Актуальність. В наш час дослідження та розробку гетеропереходів проводять у напрямках пошуку нових композицій метал-арсенід галію, розробки технологічних режимів, які змогли б забезпечити відтворюваність параметрів НВЧ приладів з бар'єрами Шотткі.

Срібло у порівнянні з золотом має більшу тепло- та електропровідність, відносно невеликий коефіцієнт дифузії в арсенід галію, що дозволяє зменшити товщину перехідного шару. Перехід до металізації на основі срібла повинен підвищити технічні характеристики виробів. Розробка технологічних режимів виготовлення покращених гетеропереходів до GaAs на основі срібла є актуальною з наукової та практичної точок зору.

Мета роботи - встановлення впливу термічної обробки на реальні вольт-амперні характеристики та величину коефіцієнту інжекції гетеропереходу Ag/n-p+GaAs .

Метод. Метод виготовлення гетеропереходів - термічне випаровування у вакуумі. Розрахунок параметрів гетеропереходу за методом вольт-амперних характеристик.

Результати. Рекомендований режим хімічної обробки GaAs -підкладки. Досліджено вплив термічної обробки на параметри та характеристики гетеропереходів Ag/n-p+GaAs . Досліджено вплив висоти бар'єру на величину коефіцієнту інжекції. Розглянуті та апробовані різні методи визначення висоти бар'єру Шотткі та фактору неідеальності з вольт-амперних характеристик.

Висновки. Встановлено, що підвищення температури відпалу до 803 K дає найбільше значення висоти бар'єру для гетеропереходу Ag/n-p+GaAs з концентрацією донорів в епітаксійному шарі $\text{ND}=2\cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Встановлено, що найбільш точним методом визначення параметрів гетеропереходу з вольт-амперної характеристики є метод *direct approximation*, який враховує вплив послідовного опору при визначенні фактору неідеальності та висоти бар'єру Шотткі. Розраховані коефіцієнти інжекції для гетеропереходів з різною висотою бар'єру Шотткі, отриманих при різних температурах відпалу, мають дуже малі значення, тому інжекцією дірок можна знехтувати.

1142. Жиров Г. Б. Алгоритми моделювання процесів технічного обслуговування за станом складних радіоелектронних об'єктів / Г. Б. Жиров, Є. С. Ленков // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 14-21.

Актуальність. Розробка складних радіоелектронних об'єктів та проведення їх технічного обслуговування неможлива без розробки моделей та програмних засобів, які б дані процеси оптимізували. Для цього у роботі розроблені відповідні алгоритми, які є частиною програмних засобів, що є актуальною задачею.

Мета. Метою даної роботи є розробка підходів щодо підвищення показників надійності об'єкта та зменшення вартості його експлуатації на основі використання імітаційного статистичного моделювання.

Метод. Метод дослідження базується на ідеї, що технічний стан об'єкта визначається технічним станом його елементів, а для визначення технічного стану елемента використовується поняття визначального параметра. Значення параметра можна контролювати засобами діагностування. В якості моделей відмов елементів використовується DN -розподіл.

Результати. Розроблені алгоритми являють складову частину імітаційної статистичної моделі об'єкта. Проведення моделювання дозволяє визначити оптимальні конструктивні характеристики об'єкта та параметри проведення його технічного обслуговування, а критеріями виступають максимізація показників надійності та мінімізація вартості експлуатації об'єкта.

Висновки. Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні алгоритмів проведення технічного обслуговування за станом, які на відміну від існуючих використовують прогностичний параметр середньої швидкості деградації визначального параметра елемента на основі моделі трипараметричного експоненціального згладжування.

Практичне значення полягає у розробці алгоритмів, що покладені в основу програмного забезпечення, яке реалізує процес визначення показників надійності та вартості експлуатації об'єкта радіоелектронної техніки від конструктивного складу самого об'єкта та від параметрів проведення технічного обслуговування.

1143. Копп А. М. Подход к анализу и оптимизации моделей бизнес-процессов в нотации BPMN / А. М. Копп, Д. Л. Орловский // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 108-116.

Актуальность. В настоящее время все больше организаций представляют знания о своей деятельности с точки зрения бизнес-процессов. В то же время, построение моделей бизнес-процессов носит субъективный характер, что приводит к возникновению ошибок, связанных с компетентностью аналитика, либо, к примеру, с недостаточно подробным описанием предметной области. Таким образом, перед тем, как модели бизнес-процессов будут использованы для сбора, хранения и распространения организационных знаний, они должны быть проанализированы с точки зрения наличия различного рода недостатков.

Цель. Целью работы является разработка подхода к анализу и оптимизации моделей бизнес-процессов, используемых для представления организационных знаний.

Метод. В работе было рассмотрено и дополнено формальное представление моделей бизнес-процессов на основе ориентированных графов. Были рассмотрены и формализованы правила построения моделей бизнес-процессов. На основе характеристики структурной избыточности графа, а также коэффициента сбалансированности моделей бизнес-процессов, был предложен коэффициент структурного соответствия моделей бизнес-процессов правилам построения. С учетом формализованных правил построения и коэффициента структурного соответствия, был предложен формальный подход, предназначенный для формирования рекомендаций по совершенствованию моделей бизнес-процессов.

Результаты. С использованием разработанного программного обеспечения, которое реализует предложенный подход к анализу и оптимизации моделей бизнес-процессов, были выполнены контрольные расчеты для моделей бизнес-процессов закупки и продажи продукции. Для данных моделей были определены ошибки построения и сформированы рекомендации по их устранению. Преобразованные модели лишены ошибок и в дальнейшем могут быть использованы для представления организационных знаний.

Выводы. Предложенный подход позволяет определять ошибки, допущенные при построении моделей бизнес-процессов, и формировать рекомендации по их устранению.

1144. Святный В. А. Исследование циклического расписания для модели сетевого динамического объекта реального времени / В. А. Святный, А. Ю. Иванов, Ю. А. Иванов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 169-176.

Актуальность. Рассмотрено создание моделей автоматизированных систем управления проветриванием, предназначенных для предотвращения возникновения аварийных ситуаций в шахтной вентиляционной сети. Решается задача исследования и реализации программных средств моделирования, которые дают возможность выполнения экспериментов с реальными наукоемкими объектами. Цель работы - повышение эффективности цифровой полунатурной модели шахтной вентиляционной сети за счет разработки способа организации вычислительного процесса, учитывающего разночастотные параметры моделей, и его оптимизации.

Метод. Исследован, разработанный авторами, алгоритм планирования и реализации циклического расписания для модели динамического объекта реального времени, представленного шахтной вентиляционной сетью. Анализ математической модели аэродинамических процессов позволил отнести ее к классу жестких систем реального времени. Вычисления фазовых переменных, изменяющихся с различной скоростью, выполняется путем расщепления исходного алгоритма на параллельные потоки в программной модели. Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений математической модели объекта выполнено в соответствии с алгоритмом статических приоритетов и управлением при помощи временной шкалы теории расписаний. Определена допустимость расписаний для директивных сроков переменных объекта. Алгоритм планирования учитывает временные параметры программных средств как однопроцессорных, так и симметричных мультипроцессорных систем.

Результаты. Анализ результатов моделирования предложенной модели с использованием циклических расписаний показывает соответствие получаемых результатов моделирования эталонным.

Выводы. Основным достоинством модели является повышение производительности при выполнении обработки данных за счет уменьшения использования процессорного времени. Реализованный алгоритм циклического расписания полунатурной моделирующей платформы используется для последующей разработки системы управления технологическими и аварийными режимами проветривания в шахтах.

1145. Федасюк Д. В. Алгоритм побудови графу потоку керування за текстом програми мовою С / Д. В. Федасюк, Р. С. Чопей // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 2 (45). – С. 154-161.

Актуальність. Робота присвячена проблемі автоматизованої побудови графу потоку керування за текстом програми мовою С, що є важливим етапом структурного тестування вбудованих систем.

Мета роботи - створення алгоритму побудови графу потоку керування за текстом програми, що має високу швидкість роботи та дозволяє подальше застосування існуючими засобами автоматизованого тестування.

Метод. Запропоновано алгоритм побудови графу потоку керування за текстом програми мовою С, який здійснює попередню обробку вхідного тексту програми шляхом видалення коментарів та порожніх рядків, визначає кількість вершин та ребер графу потоку керування на основі синтаксичного аналізу тексту програм, а також формує, заповнює та зберігає матрицю інцидентності в окремому текстовому файлі, що дозволяє подальше використання засобами тестування, які у якості вхідних даних приймають граф потоку керування, окрім того, текстовий файл може використовуватись засобами для графічного представлення графу потоку керування.

Результати. Розроблено програмний модуль, що реалізує запропонований алгоритм, який використано при проведенні експериментів з дослідження залежності часу побудови графу потоку керування від кількості рядків тексту програми.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого алгоритму та розробленого на його основі програмного модуля, довели придатність результатів роботи алгоритму, що дозволяє рекомендувати його для подальшого застосування засобами автоматизованого тестування для зменшення часових витрат на тестування вбудованого програмного забезпечення.

1146. Шитикова Е. В. Метод формирования объема работ для программ испытаний на основе нечеткого вывода / Е. В. Шитикова, С. С. Табунщик, Г. В. Табунщик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 162-168.

Актуальность. Снижение затрат процесса испытаний может быть достигнуто за счет рационального планирования всех работ и оптимального распределения ресурсов. Одним из основных документов, регламентирующих цель и задачи испытаний, объем, порядок и методы проведения работ, является программа испытаний, процесс создания которой представляется как последовательность взаимосвязанных задач. В виду высоких затрат материальных и нематериальных ресурсов повышение качества проведения испытаний возможно за счет обоснованного выбора объема работ и контролируемых переменных. Объектом исследования является процесс испытаний сложных технических систем. Предметом исследования - методы сбора и анализа параметров работы, контролируемых в процессе испытаний сложной технической системы.

Цель работы - разработка метода формирования объема работ для программ испытаний сложных технических систем.

Метод. На основе разработанной ранее теоретико-множественной модели программы испытаний получен метод формирования объема работ для программы испытаний сложных технических систем, основанный на комбинации прямого логического вывода для формирования множества контролируемых параметров и нечетком логическом выводе для композиции работ, проведение которых целесообразно за один запуск сложной технической системы. Комбинация различных видов работ позволяет снизить прямые затраты и уменьшить стоимость процесса испытаний.

Результаты. Разработанный метод апробирован для испытаний газотурбинных установок наземного применения. В соответствии с классификацией затрат на процесс испытаний, использование метода формирования работ для программы испытаний позволило снизить затраты на ресурсы труда, капитала и альтернативные ресурсы, за счет сокращения количества экспериментов для подтверждения работоспособности газотурбинной электростанции.

Выводы. Разработанный метод формирования объема работы для программы испытаний сложных технических систем позволяет комбинировать работы, которые возможно выполнить за один запуск сложной технической системы. Применение разработанного метода позволило снизить затраты процесса испытаний за счет уменьшения времени и трудозатрат на создание программы испытаний, а также снижения количества запусков газотурбинной установки наземного применения при увеличении объема проведенных исследований за один запуск.

1147. Akhmetov B. B. Model of investment strategies in cyber security systems of transport situational centers / B. B. Akhmetov, V. A. Lakhno, V. P. Malyukov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 2 (45). – P. 83-89.

Actuality. The actual task of finding the optimal strategy for control the procedure of mutual financial investments to the situation center for cyber security on transport. The aim of the work - the development of a model for a decision support system on the continuous mutual investment in a cyber security situational center, which differs from the existing ones by solving a bilinear differential quality game with several terminal surfaces.

Method. In order to achieve the goal there was used a discrete-approximation method for solving a bilinear differential quality game with dependent motions. Application of this method in the developed decision support system, unlike existing ones, gives concrete recommendations for choosing control decisions in the investment process.

Results - the proposed model gives concrete recommendations at choosing strategies in the investment process at the creation of a protected situational center. In the course of the computational experiment, there was considered a new class of bilinear differential games that allowed adequately to describe the process of investing in cyber security means of situational transport centers in Kazakhstan and Ukraine.

Conclusions. For the first time, there was proposed a model describing the process of mutual investment based on the solution of bilinear equations and a differential quality game with several terminal surfaces. Considered the peculiarity of the differential game on the example of mutual investment in the means of cyber security of the situational transport center. In this case, the right-hand side of the system of differential equations is represented in the form of bilinear functions with arbitrary coefficients. The model allows to predict the results of investment and to find strategies for managing the investment process in the protection and cyber security systems of the situational transport center.

1148. An improved ensemble approach for dos attacks detection / R. M. Alguliyev, R. M. Aliguliyev, Y. N. Imamverdiyev, L. V. Sukhostat // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 2 (45). – P. 73-82.

Context. The task of using the ensemble of classifiers to detect DoS attacks in large arrays of network traffic data is solved to withstand attacks on the network.

Objective of this paper is to build an ensemble of classifiers that surpasses single classifiers in terms of accuracy.

Method. To achieve the formulated goal an algorithm, that indicates the probability of belonging to certain classes, which return a vector of classification scores for each point, is proposed. The peculiarity of the proposed approach is that for each point from the dataset, the predicted class label corresponds to the maximum value among all scores obtained by classification methods for a given point. As classifiers, decision trees, k-nearest neighbors algorithm, support vector machines with various kernel functions, and naive Bayes are considered. A comparative analysis of the proposed approach with single classifiers is considered using the following metrics: accuracy, precision, recall, and F-measure.

Results. The experiments have been performed in R 3.4.1 on the NSL-KDD dataset of network attacks, which was divided into three classes (DoS, normal network behavior and other types of attack).

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the efficiency of the proposed approach. The most accurate result showed an ensemble of five classifiers. The development of techniques for attacks detection based on an ensemble of classifiers avoids the problems inherent in most approaches since it is capable of detecting both known and new attacks with high accuracy. It can be concluded that the proposed approach for network attacks detection is of practical significance. In order to further study the attacks detection in network traffic, studies will be performed on real Big data sets.

1149. Dadenkov S. A. The simulation of p-persistent CSMA algorithm of unequal random multiple access / S. A. Dadenkov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 98-107.

Context. The relevance of the simulation of p-persistent CSMA algorithm of unequal random multiple access is caused by importance of accounting personal node priorities for execution of adequate assessment of probable and time response characteristics of information transfer in designing widespread fieldbus-networks LonWorks, BacNet, etc. The aim of this work is to obtain analytical expressions for estimating probabilities of successful and failed node access to the channel, the transmission time information in the network with equal and unequal rivalry of nodes based on p-persistent and predictive p-persistent CSMA algorithms of random multiple access.

Method. The method of probability theory has been used there to solve problems. The analysis of equal and unequal multiple access p-persistent CSMA nodes in the saturation mode of the channel by the transmission with a constant number of node-rivals has been executed. A method of estimating the time of successful transmission of information by the node through an average number of cycles of rivalry and probabilistic characteristics of the access nodes has been proposed. Expressions to estimate the necessary probabilistic and time characteristics were obtained: the average length of transmission and time of information transmission by the node, the effective bandwidth. The proposed method mainly differs from analogs by the possibility of characteristics estimation of information transmission given the manifold priorities of the network nodes, which improves the accuracy of the performed calculations.

Results. The analytical expressions have been received, quantification and analysis of probabilistic and temporal characteristics of information transfer in a network with equal and unequal random multiple p-persistent CSMA access has been performed.

Conclusions. The simulation results of equal and unequal rivalry network channel illustrate the importance of taking into account individual priorities of the nodes in the network. The feasibility of using access priorities is the need to transfer important information on the background of universal low-priority data. The significance of the results is to perform an adequate quantitative assessment of the characteristics of information transmission in a channel with equal and unequal parties.

1150. Design automation of easy-tested digital finite state machines / M. A. Miroschnyk, Y. V. Pakhomov, A. S. Shkil, E. N. Kulak, D. Y. Kucherenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – С. 117-124.

Context. The relevance of the work is to provide minimal additional hardware costs during design automation of easy-tested digital devices, which are represented by models of control finite state machines on hardware description languages.

Objective. To develop procedures of models' constructing of easy-tested control finite state machines on hardware description languages and estimate hardware costs for different methods of hardware redundancy introduction to HDL-models of finite state machines.

Method. The introduction to HDL-models of control finite state machines, which are presented in the form of the FSM template, hardware redundancy (additional fragments of the HDL-code), providing the forcing setting of finite state machine into an arbitrary state without the use of synchronizing sequences. For implementation of this approach, the method of FSM's state table extending is applied, which ensures the mode of bypassing of all nodes of FSM' state diagram in the diagnostic mode.

Results. Simulation of extended VHDL-models of the control FSM using Active-HDL confirmed the operability of this approach. Synthesis of these models using CAD XILINX ISE confirmed the receipt of testable structures and showed the minimum hardware costs for the method associated with the extension of the state table, in comparison with the organization of the shift register in the Scan Path mode.

Conclusions. The task of computer-aided design of testable control finite state machine on the basis of application of FSM' setting methods into given state is solved in the work. The optimal way of the setting organization into an arbitrary state of the control FSM is to expand the state table, which improves the controllability of FSM' states and leads to the structure' transformation of their HDL-models into easy-tested ones.

The scientific novelty of the work is the transformation of control FSM' models on hardware description languages, which is realized by introduction of the additional symbol to the state table, providing the settings of the FSM into an arbitrary state without the use of synchronizing sequences.

The practical significance of obtained results is to confirm the optimality, in terms of additional hardware costs, of the setting method of the control FSM into an arbitrary state by introducing the additional symbol into the state table.

1151. Faure E. V. Factorial code with a given number of inversions / E. V. Faure, A. I. Shcherba, A. A. Kharin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 143-153.

Context. Factorial coding with data recovery by permutation provides complex information protection from unauthorized reading and errors in communication channel and has the property of self-synchronization. At the same time, such coding does not allow to detect all low-weight errors that leads to a relatively small increase of reliability.

The purpose of this work is to develop and study the method of factorial coding with a given number of inversions aimed at increasing the reliability of information transmission, by introducing additional redundancy by choosing a class of permutations that satisfy the given criterion.

Method. The main idea of the proposed method is to introduce artificial redundancy by reducing the cardinality of used permutations. Such an approach makes it possible to select from a whole set of permutations a class that possesses the necessary, pre-assigned properties. It was suggested to use the correspondence of the number of permutation inversions to a given class of residues as a sign of belonging to the permutation class in use. A theoretical evaluation of code parameters was performed.

Results. Signal-code constructions for the factorial code with a given number of inversions under the order of permutations $M=8$ are constructed. For each of the possible classes, the cardinality, code rate, estimates of the probability of undetected error and the relative transmission rate for systems with decision feedback and independent bit errors were investigated. It is shown that the code parameters are not invariant with respect to the selected class of residues for a given modulus. The structural schemes of encoding and decoding devices are developed.

Conclusions. The method of factorial coding with data recovery by permutation has been developed. The use of permutations with a number of inversions that belongs to the selected class of residues allowed increasing the reliability of transmission in exchange for the loss of code rate.

1152. Firsov S. N. Intelligent support of multilevel functional stability of control and navigation systems / S. N. Firsov, O. A. Pishchukhina // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 2 (45). – P. 177-183.

Relevance. Ensuring functionally steady operation of dynamic objects' movement in the presence of abnormal situations is one of the most prospective research problems in the area of technical diagnostics and restoration of system operability. Use of intelligent control methods and algorithms for solving this scientific and technical task can significantly extend the functionality and improve the performance of control systems. The aim is the formation of an approach to determine the control effect that ensures the functional stability of the CNS in the presence of abnormal situations.

Method. The concept of ensuring functionally stable control of dynamic objects' movement has been offered. Well-known diagnostic methods and tools have been systematized and on that basis new models and methods for deep diagnosis of the functional state of the control and navigation systems up to the reason of abnormality have been developed. Models and methods for multi-level parrying of the reason of abnormal situations through control over the diagnosis have been synthesized, they use such redundant resources as signal and parametric adjustment, reconfiguration of algorithms and commutation of equipment.

Results. The results of the solution of a number of combined scientific and technical problems aimed at the multilevel ensuring of the functional stability of CNS have been presented.

Conclusion. Analyses of tendencies of theoretical investigation and practical achievements in ensuring functionally steady control of CNS at occurrence of abnormal situations has been carried out. The concept of intelligent support of the functionally steady control of CNS has been developed. The concept is based on the principles of multilevel hierarchical diagnosis of CNS to the parried reason of abnormal situation, as well as on the situational approach to eliminate the consequences of failures in accordance with the level of its application. As a result of analysis and synthesis of known approaches to diagnosing the technical state of dynamic objects, the new models and methods for deep diagnosis of the CNS' functional state have been formed, that makes possible to determine the failure up to the reason of abnormality. Models and methods for multi-level parrying of abnormality through control over the diagnosis with the use of available intelligent on-board resources have been offered. A hardware-software complex for experimental research of theoretical positions have been developed, and conducted experiments have been verified the possibility of extending the functionality of the system to counter abnormal situations. As a result of conducted experiments in real-time scale, diagnosis and restoration of CNS' functional state during a time not exceeding 42.2%-48.4% of the transient time of the system in normal operation mode have been implemented.

1153. Kovalevska O. S. Application of acoustic analysis in control systems of robotic machine tools / O. S. Kovalevska, S. V. Kovalevsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 51-59.

Relevance. The problem of controlling complex technological machines such as machines with mechanisms based on kinematics with parallel structure is given consideration in the article in order to improve accuracy of positioning of actuators, to ensure their dynamic adjustment and optimization of trajectories of displacement of operating elements of the equipment (cutting tools, assembling or controlling instruments). The object of the study is the model of the operating area of a mobile robotic machine tool.

Objective. The goal of the work is to create a concept for controlling a mobile robotic machine tool applying acoustic control on the basis of a reference model based on deep neural networks.

Method. A method of identification and control of a mobile robotic machine tool using spectral description of absorption of acoustic wave with further processing of obtained information is offered. This method allows determining accuracy of positioning of actuators, as well as conducting dynamic adjustment and optimization of trajectories of displacement of operating elements of the equipment. A method of acoustic analysis for precision machining on machine tools with parallel kinematics has been developed.

Results. A neural network reference model has been constructed, which allows to diagnose current characteristics of the state of objects in different conditions, namely mechanism's configuration, mechanism's geometric parameters while running motor-spindle, dynamics of displacement of mechanism's nodes of the experimental stand with variable velocities and load on the drive, as well as temperature changes of the object. The developed neural network models also were tested for adequacy.

Conclusions. The experiments on the study of the dependency between the parameters of the spectrum of the acoustic signal with a given discreteness disturbed by excitatory effect in the form of "white noise" confirmed efficiency of this approach. Prospects for further research may consist in creation of methods for optimal control of complex technological machines to improve accuracy of positioning of actuators and to improve their dynamic settings.

1154. Lamtyugova S. N. Method of numerical analysis of the problem of mass transfer of a cylindrical body with the uniform translational flow / S. N. Lamtyugova, M. V. Sidorov, I. V. Sytnyukova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 22-29.

Context. The problem of mass transfer of a cylindrical body with a uniform translational flow of a viscous incompressible fluid is examined in the paper.

Objective. The purpose of this work is to develop a new method for numerical analysis of the problem of mass transfer of a cylindrical body with a uniform translational flow, which based on the joint application of the R-functions structural method and the Galerkin projection method.

Method. In general case, the problem of stationary mass transfer of a cylindrical body with a viscous incompressible fluid flow is reduced to the solution of the equation of hydrodynamic flow passing a surface and an equation for concentration with corresponding boundary conditions on the surface of the body and far away from it. The geometry of the area, and also the boundary conditions (including the condition at infinity) may be taken into account precisely by using the constructive apparatus of the R-functions theory by V. L. Rvachev, the Academician of Ukrainian National Academy of Sciences. In this study, a complete structure of the solution of a linear boundary value problem for the concentration that exactly satisfies the boundary conditions on the boundary and condition at infinity is constructed on the basis of the R-functions theory methods, and this made it possible to lead the tasks in the infinite domain to tasks in the finite domain. To solve the linear problem for concentration the numerical algorithm on the basis of Galerkin method is developed.

Results. The computational experiment for the problem of the flow past circular and elliptical cylinders at various Reynolds and Peclet numbers was carried out.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the efficiency of the proposed method of numerical analysis of the problem of mass transfer of a cylindrical body with a uniform translational flow, based on the joint application of the R-functions structural method and Galerkin projection method. The prospects for the further research may be to use the developed method for the implementation of iterative methods for solving the task of nonlinear mass transfer, semi-discrete and projection methods for solving the non-stationary tasks, as well as in solving the tasks of optimal management of relevant technological processes.

1155. Optimization of parameters of machine learning of the system of functional diagnostics of the electric drive of a shaft lifting machine / A. S. Dovbysh, D. V. Velykodnyi, O. B. Protsenko, V. I. Zimovets // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 44-50.

Relevance. The actual task of increasing the functional efficiency of machine learning of the system of functional diagnosis of the electric drive of a hoisting mine machine is solved.

The specific objective of this study was to develop a method for the information synthesis of a learning system for the functional diagnosis of the electric drive of a hoisting mine machine, which allows increasing the reliability and efficiency of diagnostic solutions in accordance with the decisive rules built in the process of machine learning.

Method. The method of information-extreme machine learning of the system of functional diagnosis of the electric drive of a mine-hoisting machine is proposed, based on the maximization of the information capacity of the system in the process of its training. Based on the computer-generated optimal learning parameters of the hyper spherical containers of the recognition classes, within the framework of the geometric approach, decisive rules that are practically invariant to the spatiality of the space of diagnostic features are constructed. In addition, increasing the efficiency of machine learning systems is achieved by parallel-sequential optimization of control tolerances for diagnostic features. In this case, the quasi-optimal control tolerances for diagnostic tests obtained during parallel optimization are used as start-ups for their sequential optimization. As a criterion for optimizing the parameters of machine learning, the modified information measure of Kulbak is used, which is a functional of the accuracy characteristics of diagnostic solutions.

Results. The algorithmic and software for machine learning of the system for functional diagnosis of the electric drive of a mine hoisting machine has been developed, which makes it possible to build decisive rules for the adoption of highly reliable diagnostic solutions when the system is in operation.

Conclusions. The results of physical modeling confirm the operability of the proposed method of machine learning and the developed software of the functional diagnosis system of the electric drive of a hoisting mine machine, which allows them to be recommended for solving practical problems of diagnosing and automatic control of traction machines.

1156. Panin V. V. Application of the system analysis of implementation of the instrumental method of navigation on inland waterways of Ukraine / V. V. Panin, V. V. Doronin, V. M. Aleynikov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 125-134.

Context. The task of applying the scientific approach to the introduction of a modern navigation system on inland waterways of Ukraine is considered to solve, first of all, weakly structured problems characterized by the presence of an uncertainty factor and containing both formalized and unformulated elements that are not translated into the language of mathematics.

Objective - development of the methodology of system analysis at the stage of introduction of the instrumental method of navigation on inland waterways of Ukraine, which guarantees high quality of modeling in accordance with the exact criteria of navigation and economy.

Method. An approach to data processing is proposed, which is based on the study of the properties of the system with her further formalization. A model of the layout of the system based on electronic chart systems is developed, characterizing the fulfillment of the assigned tasks with an increased probability of safe navigation. The features of the state of the system using a mathematical model in the form of an undirected graph are considered. An algorithm for realizing the functional stability of the system is proposed. The results of the experiments make it possible to recommend the proposed method for introducing the instrumental method of navigation on inland waterways of Ukraine.

Results. The parameters of experimental research of the functioning of the stages of the functional stability of the coastal infrastructure and ship navigation equipment have been developed.

Conclusions. In the process of research a set of procedures that contain elements of scientific novelty are used and are aimed at formulating a problem situation, proposing a set of alternatives that are compared with performance criteria using the system stability factors.

1157. Parallel method of big data reduction based on stochastic programming approach

/ A. Oliinyk, S. Subbotin, V. Lovkin, M. Ilyashenko, O. Blagodariov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 60-72.

Context. The task of automation of big data reduction in diagnostics and pattern recognition problems is solved. The object of the research is the process of big data reduction. The subject of the research are the methods of big data reduction.

Objective. The research objective is to develop parallel method of big data reduction based on stochastic calculations.

Method. The parallel method of big data reduction is proposed. This method is based on the proposed criteria system, which allows to estimate concentration of control points around local extrema. Calculation of solution concentration estimates in the developed criteria system is based on the spatial location of control points in the current solution set. The proposed criteria system can be used in stochastic search methods to monitor situations of excessive solution concentration in the areas of local optima and, as a consequence, to increase the diversity of the solution set in the current population and to cover the search space by control points in a more uniform way during optimization process.

Results. The software which implements the proposed parallel method of big data reduction and allows to select informative features and to reduce the big data for synthesis of recognition models based on the given data samples has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed operability of the proposed parallel method of big data reduction and allow to recommend it for processing of data sets for pattern recognition in practice. The prospects for further researches may include the modification of the known feature selection methods and the development of new ones based on the proposed system of criteria for control points concentration estimation.

1158. Prots'ko I. O. Development of WFTA based on the hashing array / I. O. Prots'ko,

V. M. Teslyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 2 (45). – P. 135-142.

Context. A method of efficient computation of DFT using cyclic convolutions for sizes of integer power of two has been considered. The further development of Winograd Fourier transform algorithm based on a hashing array has been proposed. The research object is the process of the reformulation the basis matrix of DFT into the block-cyclic structures. The research subject lays in the technique of the reformulation the basis matrix of DFT for sizes of integer power of two into the block-cyclic structures.

Objective. The purpose of the work is the analysis of the structure specifics the left-circulant submatrices of the basis square matrix WN for sizes of transform $N = 2^i$ using the hashing arrays.

Method. The article considers a technique for the efficient computation of DFT using cyclic convolutions for sizes of integer power of two, which is based on the cyclic decomposition of substitution. A hashing array has been proposed for the compressed description of the block-cyclic structure of discrete basis matrix and for the efficient computation of DFT for sizes of integer power of two.

Results. A generalized block-cyclic structure of discrete basis matrix for the efficient computation of DF using cyclic convolutions for sizes of an integer power of two based on the hashing arrays has been determined. The proposed technique is relevant for concurrent programming of DFT and for its implementation in parallel systems.

Conclusions. A general block-cyclic structure of basis matrix of DFT is regularly formed with an increase in the value of the exponent of two and is recommended for use in practice when developing the efficient means of DFT. The prospects for further research will include the formation of block-cyclic structure of basis matrix of DFT for arbitrary sizes.

№ 3

1159. Авдеев В. В. Використання інформації про вектор стану виконавчого пристрою в системі стабілізації обертального руху ракети / В. В. Авдеев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 174-182.

Актуальність. Розроблена методика отримання оцінок залежності запасу стійкості і приведеної роботи на перехідному процесі компенсації постійного збурювального прискорення від наявності в законі регулювання даних про поточні кінематичні параметри виконавчого пористою при умові забезпечення заданого значення статичної похибки, що дасть можливість обґрунтовано приймати рішення про рівень складності відповідних блоків системи стабілізації.

Мета роботи. оцінка впливу спрощення закону регулювання за рахунок вилучення з нього даних про вектор стану виконавчого пористою на вимоги до його потужності і запасу стійкості.

Метод. Прийнята лінійна стаціонарна в околі певної точки траєкторії модель плоского обертального руху ракети космічного призначення із врахуванням інерції виконавчого пористою. Оцінка запасу стійкості проводиться на площинах коренів характеристичного поліному і двох коефіцієнтів закону регулювання. Віднесена до квадрату постійного збурювального прискорення робота виконавчого пористою визначена шляхом аналітичного розв'язку диференціальних рівнянь збуреного обертального руху в одній із площин стабілізації. Для статично стійкої і нестійкої ракети наведені приклади залежності названих показників від коефіцієнтів закону регулювання при координатах вектору стану.

Результати. На прикладі ракети космічного призначення вперше встановлена залежність названих показників системи стабілізації від наявності в законі регулювання сигналів про приведений кут повороту рульового органу і його швидкість.

Висновки. Показана можливість вдосконалення системи стабілізації шляхом включення в закон регулювання координат вектору стану виконавчого пористою з погляду показників: запасу стійкості та енергетичні витрати на перехідних процесах.

1160. Каменских А. Н. Применение комбинированного резервирования при оптимизации энергоэффективности / А. Н. Каменских, С. Ф. Тюрин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 135-143.

Актуальность. Задача повышения энергоэффективности и надежности систем управления и вычислительной техники по-прежнему остается одной из важнейших в 21-ом веке. Особенно в области аэрокосмической микроэлектроники, где требуется обеспечить устойчивость к воздействию одиночных эффектов, порождаемых заряженными частицами, и одновременно обеспечить минимальное энергопотребление, так как возможности по ее генерации существенно ограничены. При всем этом производительность остается важным параметром для разработчиков электронных устройств. Таким образом, получается сложная оптимизационная задача с варьируемыми переменными - надежности, энергоэффективности и производительности, при существующих производственных ограничениях.

Цель работы - решение оптимизационной задачи синтеза цифровых устройств, способных работать в широком диапазоне температуры и напряжения при ограничениях по надежности и производительности.

Метод. Самосинхронные схемы, обеспечивающие стабильную работу по реальным задержкам, в том числе и при ультранизком напряжении питания, зарекомендовали себя как хорошее решение для указанной выше области применения. Для повышения надежности в критических системах часто используется резервирование, например, тройное модульное резервирование, либо коды Хэмминга для схем с памятью. Однако в самосинхронных схемах применение указанных методов затрудняется высокой избыточностью и вносимой задержкой. Кроме того, стандартная модель Маллера не позволяет учитывать влияние на систему одиночных отказов или сбоев, в результате резервирование приводит к нарушению ключевого свойства самосинхронных схем - полумодулярности. В статье развивается предложенный метод резервирования на транзисторном уровне, который в сочетании с уже хорошо известными методами позволяет получить новые эффективные решения.

Результаты. Разработана модель отказоустойчивых самосинхронных схем, позволяющая аналитически подтвердить принадлежность отказоустойчивой схемы к классу самосинхронных. Предложена методика комбинированного резервирования, позволяющая проводить синтез отказоустойчивых самосинхронных схем с оптимизацией по ключевым параметрам.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило, что только комбинированное резервирование обеспечивает достижение оптимума функций в поставленной задаче. В дальнейшем перспективно расширить объект исследования за счет синхронных и гибридных цифровых устройств.

1161. Комп'ютерне моделювання функцій перетворення оптичних схем засобу вимірювання температури, побудованого на ефекті Рамана та структура алгоритму їх дослідження / Ю. П. Кривенчук, Н. Б. Шаховська, О. Б. Вовк, Н. І. Мельникова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – С. 25-33.

Актуальність. В процесі вимірювання температури за зсувом частоти комбінаційного розсіювання світла, виникає проблема визначення еквівалентної частоти спектру. Це проявляється внаслідок проходження відбитого випромінювання через оптичні елементи, яке спотворюється похибками комплексних частотних характеристик цих елементів. Неточне визначення еквівалентної частоти тягне за собою велику похибку визначення температури. Тому актуальним є синтез програмних моделей оптичних елементів оптичних схем, а також спектру комбінаційного розсіювання світла для подальших їх досліджень.

Мета роботи - синтез моделей елементів оптичних схем та спектрів комбінаційного розсіювання світла для подальшого дослідження оптичних елементів та оптичних кіл.

Метод. Останнім часом широко застосовуються різноманітні вироби та сенсори, розроблені на базі мікро- та наноструктурованих матеріалів. Розроблено цілу низку компонентів електронної техніки, які в сотні разів є меншими за своїх попередників. В процесі виготовлення таких мініатюрних компонентів електронної техніки, необхідно докладно контролювати температуру. Характеристики існуючих засобів вимірювань не цілком задовольняють цим вимогам. Одним із перспективних напрямків для вирішення цієї проблеми є застосування методу комбінаційного розсіювання світла. В межах методу комбінаційного розсіювання світла відомо два способи визначення температури: перший за відношенням інтегральної площі стоксової компоненти спектру до антистоксової, другий за зсувом частоти комбінаційного розсіювання світла. Другий спосіб має кращу швидкість, що перевищує перший більше як в 2 рази, оскільки потрібно визначати тільки антистоксову компоненту спектру. Також даний спосіб має меншу методичну похибку, яка виникає за рахунок перегріву досліджуваного об'єкту лазером. Тому було обрано даний метод та спосіб для подальших досліджень.

Результати. Синтезовано комп'ютерні моделі оптичних елементів та оптичних і1089 схем, а також спектри комбінаційного розсіювання світла. Запропоновано два методи визначення значення еквівалентної частоти антистоксової компоненти спектру комбінаційного розсіювання світла.

Висновки. Проведені дослідження показали, що первинне коло оптичної схеми не вносить похибки в результат вимірювання температури за зсувом частоти комбінаційного розсіювання світла. Доведено доцільність проведення дослідження вторинного кола оптичної схеми.

1162. Кондрук Н. Е. Використання довжинної міри подібності в задачах кластеризації / Н. Е. Кондрук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – С. 98-105.

Актуальність. Дослідження присвячено розробці гнучкого математичного апарату, який мав би досить широкий спектр засобів для групування об'єктів за різними видами мір подібності. Це дає можливість в межах розробленого підходу ефективно розв'язувати достатньо широкі класи прикладних задач із різних предметних областей та проводити розбиття об'єктів кластерами різних геометричних форм.

Метою дослідження є підвищення ефективності розв'язання прикладних задач кластеризації шляхом використання довжинної міри подібності векторних ознак об'єктів.

Методи. Описано нечітке бінарне відношення та його функцію належності, що характеризує схожість об'єктів за довжинною мірою подібності їх векторних ознак. Модифіковано метод однорівневої кластеризації, заснований на нечітких бінарних відношеннях для використання довжинної міри подібності. При цьому задаються певні величини - пороги кластеризації, що характеризують ступінь подібності об'єктів в середині кластеру. Змінюючи пороги кластеризації можна проаналізувати динаміку формування кластерів, дослідити їх структуру та взаємозв'язки між об'єктами, визначити граничні об'єкти, зробити ґрунтовніший аналіз отриманих результатів. Запропонований підхід не потребує попереднього визначення кількості кластерів та дозволяє проводити кластеризацію даних концентричними сферами в умовах відсутності додаткової апріорної інформації, тому може використовуватись і на етапі попереднього аналізу даних.

Результати. Розроблений підхід реалізовано у вигляді програмної системи, на основі якої розв'язано актуальну прикладну задачу дослідження інтенсивності міграційного руху населення за регіонами України.

Висновки. Проведені експериментальні дослідження показали зручність та ефективність використання довжинної міри подібності при розв'язанні прикладних задач, що потребують групування кластерами у вигляді концентричних сфер. Представлений підхід забезпечив можливість проводити нові змістовні дослідження вхідних даних. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці системи підтримки прийняття рішень, для розв'язання задач групування об'єктів на кластери концентричними сферами, конусами, еліпсами та їх перетинами; реалізації паралельної багаторівневої кластеризації проведеної одночасно за декількома критеріями подібності об'єктів та її застосуванні; дослідженні розбиттів об'єктів різними геометричними формами кластерів для однієї вибірки вхідних даних та проведенні змістовної інтерпретації отриманих результатів.

1163. Кравчина В. В. Використання термоміграції в технології силових напівпровідникових приладів / В. В. Кравчина, О. С. Полухін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 16-24.

Актуальность. Проведені дослідження дозволяють удосконалити технологічні процеси виготовлення н/п приладів та контроль їх якості.

Мета роботи - розробка і вдосконалення технології СНП з використанням процесів ТМ Al та дослідження рельєфу травлення кремнію в області p+-Si ізоляції. Досліджувався вплив часу відпалу на особливості МТ канавок в області термоміграції.

Метод. Об'єктом дослідження були технологічні особливості процесів формування структур за різними маршрутами, що відрізняються послідовністю проведення процесів формування активних структур, а саме процесів відпалу структур і термоміграції Al.

Результати. В роботі проаналізовані причини зміни напруги пробою p-n-переходів вертикальних наскрізних областей, створених термоміграцією, в залежності від часу відпалу н/п структур. На зразках з оптимальним режимом відпалу в 16 годин при температурі 1250°С спостерігаються максимальні напруги пробою шарів ізоляції та мінімальні величини МПТ канавок травлення кремнію різного типу провідності в області ізоляції кристалів наскрізними ТМ шарами. Такий мінімальний мікрорельєф визначає мінімум залишкових механічних напружень. Показано, що при виготовленні н/п структур приладів більшої потужності із зворотною напругою 2000 В, оптимальним є варіант маршруту, коли спочатку проводять процеси загонки домішок глибоких активних шарів, а потім проводять процеси ТМ при формуванні шарів ізоляції. Надалі проводять суміщений відпал як ізоляції, так і активних шарів. Таке суміщення процесів відпалу покращує характеристики структур.

Висновки. В роботі визначено оптимальний маршрут, режим відпалу структур та показано, що контроль змін кінетики травлення шарів кремнію в області ТМ домішки алюмінію допомагає у визначенні оптимальних режимів.

1164. Москаленко В. В. Моделі і методи інтелектуальної інформаційної технології автономної навігації для малогабаритних безпілотних апаратів / В. В. Москаленко, А. С. Москаленко, А. Г. Коробов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 68-77.

Актуальність теми статті полягає в тому, що питання вибору оптимальних в інформаційному та вартісному сенсах моделей і методів аналізу даних в системах автономної навігації за умов апіорної невизначеності, ресурсних та інформаційних обмежень є недостатньо дослідженим і в повній мірі досі не вирішене.

Мета статті - підвищити в інформаційному та вартісному сенсах ефективність функціонування автономної системи навігації малогабаритного безпілотного апарату на місцевості за даними від візуальних та інерційних сенсорів, що функціонує в режимах навчання та екзамєну за умов обмежених обчислювальних ресурсів та обсягів навчальної вибірки.

Методи дослідження базуються на використанні технології згорткових нейронних мереж для формування ознакового опису візуальних спостережень, алгоритмів розріджено-кодуєчого нейронного газу для навчання згорткових фільтрів, моделі опорних векторів для регресійного аналізу даних, на принципах математичної статистики та теорії інформації для побудови та оцінки функціональної ефективності класифікаційних вирішальних правил.

Результати. Розроблено нові моделі і методи інтелектуальної інформаційної технології автономної навігації для малогабаритних безпілотних апаратів, що дозволяє здійснювати навчання найбільш обчислювально трудомісткої складової системи, - екстрактора ознакового опису спостережень, - без учителя в процесі прямого поширення сигналу. При цьому запропоновано критерій вибору оптимальних в інформаційному і вартісному сенсах параметрів моделі аналізу даних і показано за результатами фізичного моделювання, що достовірність сформованих вирішальних правил прийнятна для практичного використання.

Висновки. Запропоновано архітектуру згорткової мережі і метод її навчання без вчителя для формування ознакового опису спостережень у задачі автономної навігації на основі алгоритму розріджено кодуєчого нейронного газу. Розроблено критерій вибору параметрів аналізу даних і за результатами фізичного моделювання доведено придатність до практичного використання розроблених алгоритмів навігації на невідомій місцевості. Практична цінність отриманих результатів для безпіотної авіації полягає у формуванні сучасної науково-методологічної основи проектування здатних навчатися автономних систем навігації малогабаритних апаратів, що функціонують за умов ресурсних та інформаційних обмежень.

1165. Пиза Д. М. Корреляционный метод формирования обучающей выборки для адаптации пространственного фильтра / Д. М. Пиза, С. Н. Романенко, Д. С. Семенов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – С. 34-39.

Актуальность. Для обеспечения помехозащищенности современных радиолокационных станций используют двухэтапную пространственно-временную обработку сигналов. Однако, при одновременном воздействии активной шумовой и пассивной помехи последняя декоррелирует активную помеху. Это существенно ограничивает помехозащищенность когерентно-импульсных радиолокационных станций. Поэтому формирование классифицированной обучающей выборки, порожденной только активной шумовой помехой, является достаточно актуальной задачей.

Целью работы является исследование корреляционного метода формирования классифицированной обучающей выборки в реальном масштабе времени путем текущего анализа модуля межканального коэффициента корреляции по дальности в каждом периоде повторения сигналов радиолокационной станции.

Метод реализуется формированием интервальной синхронной оценки как модуля межканального коэффициента корреляции, так и весовых коэффициентов пространственного фильтра. При этом, интервал с максимальным значением модуля межканального коэффициента корреляции определяется как классифицированная обучающая выборка, а сформированный на этом интервале весовой коэффициент используется для адаптации весового коэффициента пространственного фильтра при компенсации активной шумовой помехи в следующем периоде повторения сигналов радиолокационной станции.

Результаты. Рассмотрены теоретические и практические аспекты формирования классифицированной обучающей выборки. Разработана структурная схема пространственного фильтра с корреляционным анализом текущего распределения пассивной помехи по дальности посредством оценки модуля межканального коэффициента корреляции сигналов, действующих в каналах пространственного фильтра. Разработана и протестирована математическая модель адаптивного пространственного фильтра. Подтверждена возможность работы пространственного фильтра с формированием классифицированной обучающей выборки в реальном масштабе времени.

Выводы. Научная новизна проведенного исследования состоит в дальнейшей разработке нового метода формирования классифицированной обучающей выборки для адаптации пространственного фильтра. Показано, что текущий анализ модуля межканального коэффициента корреляции позволяет в реальном масштабе времени определить интервал, на котором отсутствует пассивная помеха, и сформировать обучающую выборку для адаптации весовых коэффициентов пространственного фильтра.

Практическая значимость определяется разработкой структурной схемы пространственного адаптивного фильтра и полученными результатами моделирования, при этом адекватность модели подтверждена аналитическими расчетами.

1166. Хобін В. А. Вдосконалення алгоритмів самоналагоджувальної системи керування для забезпечення ефективності її пускових режимів / В. А. Хобін, В. М. Левінський, М. В. Левінський // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 191-199.

Актуальність. Цілий ряд об'єктів технологічного типу відзначаються суттєво нелінійною статичною характеристикою, коли коефіцієнт передачі по каналу регулювання змінюється в десять і більше раз. При цьому типові системи регулювання з незмінними параметрами регулятора втрачають стійкість і переходять у позиційний режим роботи. Зберегти компроміс між показниками якості і стійкістю процесів у системі з такими об'єктами дозволяють САР із самоналагодженням параметрів регулятора. Їх алгоритми повинні забезпечувати ефективне функціонування системи не лише в сталих, але і в перехідних по каналу завдання режимів, коли об'єкт переводиться із початкового стану, частіше з "холостого ходу", в стан номінального навантаження. Регульована змінна в пускових режимах не повинна порушувати регламентні значення технологічного процесу, бо це може призвести до виникнення аварійних ситуацій.

Мета. Вдосконалити алгоритми САР із самоналагодженням для пускових режимів об'єкту, забезпечивши за час пуску завершення процедури самоналагодження і зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій.

Метод. За рахунок аналізу сприятливих і несприятливих факторів для самоналагодження евристичним методом запропоноване коректування алгоритмів, отриманих для сталого режиму, на період пуску об'єкта. Перевірка ефективності коректування алгоритмів проводиться шляхом імітаційного моделювання системи в середовищі Simulink пакета програм Matlab.

Результати. Сплановані і проведені комп'ютерні експерименти з моделями альтернативних структур самоналагоджувальної системи. Отримані графіки і числові показники, які характеризують ефективність її роботи в пускових режимах.

Висновки. Для завершення процедури самоналагодження протягом періоду пуску та для запобігання неприпустимих динамічних помилок регулювання необхідно: а) збільшити коефіцієнт передачі регулятора і зменшити інерційність фільтрів в контурі самоналагодження на період пуску; б) встановити початкові значення коефіцієнта передачі моделі об'єкта регулювання на рівні максимально можливих значень його коефіцієнта передачі.

1167. Шостак Н. В. Вибір переважного алгоритму вбудовування цифрових водяних знаків в відеофайли / Н. В. Шостак, В. М. Безрук, А. А. Астраханцев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 3 (46). – С. 167-173.

Актуальність. За останній час значно збільшилась кількість атак на інтелектуальну власність, яка, відповідно до результатів опитувань, займає провідне місце у структурі сучасного суспільства. Всебічний розвиток країни неможливий без генерації власних інтелектуальних даних і їх захисту, який на тлі інформаційних війн є найбільш актуальною задачею в сучасному суспільстві. Оскільки інтелектуальні дані мають не лише генеруватися та зберігатися а й передаватися по відкритих каналах зв'язку, то підвищується важливість та актуальність дослідження стійкості методів захисту інтелектуальних даних до дії завад в каналах. Вирішенню цієї актуальної задачі присвячена дана робота.

Мета роботи - визначення стеганографічного алгоритму приховування цифрового водяного знаку в відеоконтейнері, оптимального за критеріями швидкодії, стійкості до атак, прихованості та пропускну здатності за допомогою програмного моделювання та методу аналізу ієрархій.

Метод. Досліджені алгоритми вбудовування цифрових водяних знаків в рухомі зображення. Останнім часом багато уваги приділяється алгоритмам вбудовування, що мають такі властивості, як стійкість до атак та прихованість вбудованої інформації. Ці алгоритми можна класифікувати за типом області, в яку вбудовується або вилучається цифровий водяний знак, їх пропускну здатності, продуктивності в режимі реального часу та стійкості до конкретних типів атак. Існуючі алгоритми вбудовування в відео можна умовно поділити на три основні групи, в залежності від області в яку вбудовується ЦВЗ: методи вбудовування в просторовій області, в область перетворень та методи вбудовування в відео, що стиснене за стандартом MPEG. Алгоритми вбудовування ЦВЗ в просторовій області застосовуються для нестисненого відео. ЦВЗ, що вбудовується, зазвичай додається до компоненту яскравості та деяких компонентів кольорів, або тільки до компонентів кольорів. В алгоритмах вбудовування в область перетворень, водяний знак, розподіляється по області перетворення і який важко видалити після вбудовування. Для алгоритмів в області перетворень, існує кілька класів методів, що базуються на різних функціях перетворення, основними з яких є дискретне косинусне перетворення, дискретне вейвлет-перетворення та дискретне перетворення Фур'є.

Результати. За результатами розрахунків визначені оптимальні за сукупністю критеріїв алгоритми приховування цифрових водяних знаків в відеофайли.

Висновки. В даній статті використано метод аналізу ієрархій для визначення переважного за сукупністю показників якості алгоритму вбудовування інформації у відеофайли. Переважний алгоритм отримано на основі сформованих матриць порівнянь відносної важливості показників якості та результатів програмного моделювання стеганографічних алгоритмів вбудовування в відеофайли. Якщо, в якості переважачого критерію була обрана пропускну здатність, то найкращі значення за вказаним критерієм забезпечує метод на основі НЗБ, підвищення стійкості якого забезпечується додатковим використанням коду Хемінга з значенням вектору пріоритетів 0,24. При використанні в якості переважачого критерію стійкість до атак результати досліджень показали ефективність методу дискретного вейвлет-перетворення з можливістю вбудовування 2 бітів цифрового водяного знаку в блок ДКП в частотну область ЛН. Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше визначений переважний за критеріями швидкодії, пропускну здатності та стійкості до завад в каналах зв'язку метод вбудовування у відеофайли та набула подальшого розвитку теорія приховання інформації у відеофайлах шляхом підвищення завадостійкості існуючих алгоритмів. Практична значимість роботи визначається застосованістю досліджуваних алгоритмів для захисту інтелектуальної власності на відеопродукцію, що передається каналами зв'язку з завадами, вирішення цієї задачі є актуальною проблемою в сучасному світі.

1168. Additional training of neuro-fuzzy diagnostic models / A. Oliinyk, S. Subbotin, S. Leoshchenko M. Ilyashenko, N. Myronova, Y. Mastinovsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 106-119.

Context. The task of automation of diagnostic models synthesys in diagnostics and pattern recognition problems is solved. The object of the research are the methods of the neuro-fuzzy diagnostic models synthesys. The subject of the research are the methods of additional training of neuro-fuzzy networks.

Objective. The research objective is to create a method for additional training of neuro-fuzzy diagnostic models.

Method. The method of additional training of diagnostic neuro-fuzzy models is proposed. It allows to adapt existing models to the change in the functioning environment by modifying them taking into account the information obtained as a result of new observations.

This method assumes the stages of extraction and grouping the correcting instances, diagnosing them with the help of the existing model leads to incorrect results, as well as the construction of a correcting block that summarizes the data of the correcting instances and its implementation into an already existing model. Using the proposed method of learning the diagnostic neural-fuzzy models allows not to perform the resource-intensive process of re-constructing the diagnostic model on the basis of a complete set of data, to use the already existing model as the computing unit of the new model. Models synthesized using the proposed method are highly interpretive, since each block generalizes information about its data set and uses neuro-fuzzy models as a basis.

Results. The software which implements the proposed method of additional training of neuro-fuzzy networks and allows to reconfigure the existing diagnostic models based on new information about the researched objects or processes based on the new data has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed operability of the proposed method of additional training of neurofuzzy networks and allow to recommend it for processing of data sets for diagnosis and pattern recognition in practice. The prospects for further researches may include the development of the new methods for the additional training of deep learning neural networks for the big data processing.

1169. Akhmetov B. B. Model of cyber security financing within the framework of the bilinear differential quality game scheme / B. B. Akhmetov, V. A. Lakhno, V. P. Malyukov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 120-127.

Actuality. There is considered the actual problem of an optimal decision making on financing of information and cyber security means in the conditions of active counteraction to the side of the attackers of information and communication systems of the logistics and situational transport center.

The aim of the work is to develop a model for the decisions support system of the financing process of the information and cyber security means of the logistics and situational transport center in conditions of active counteraction to the attacking party, which differs from existing approaches by solving a bilinear differential quality game with several terminal surfaces.

Method. Solving a bilinear differential quality game, that allows to reflect adequately the essence of the problem, there was used a discrete approximation method. The method allowed not only to find a solution of the bilinear differential quality game with dependent motions, but also became an effective at the software implementation of the decisions support system in the field of financing information and cyber security means for information and communication systems of the protected logistics-situational transport center.

Results. The developed model allows to obtain optimal financing strategies by the cyber security means protection side for information and communication logistics and situational transport centers at any ratio of parameters describing the financing process, no matter how financially the party tries to attack the security perimeters.

Conclusions. In this article there was firstly considered the model within the framework of the bilinear differential quality game scheme for the decisions support system of the process of cyber security means financing for information and communication systems of protected logistics and situational transport centers. For such differential games there were previously developed no effective solution methods. In the proposed solution there were firstly used the differential equations that define the interaction dynamics, describe the dependent motions by means of bilinear functions.

1170. Bodyanskiy Y. V. Feature vector generation for the facial expression recognition using neo-fuzzy system / Y. V. Bodyanskiy, N. Y. Kulishova, V. P. Tkachenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 88-97.

Context. The article is devoted to the problem of a training data set forming for the automatic human emotions recognition system on the basis of a multidimensional extended neo-fuzzy neuron. The aspects of choice the attributes vector's dimension and composition, their influence on the system learning rate are considered. The object of research is the method of multidimensional data clustering. The subject of research is two-dimensional images geometric features systematization.

Objective. The main goal of the work is to develop an approach to person's face expression description using geometric features fixed set that can be obtained by video sequence frames processing.

Method. To study the facial expressions recognition system it is proposed to form a feature vector consisting of characteristic points coordinates. There were selected points that relate to the location and shape of the eyelids, eyebrows, eye pupils, lips contours, nose wings, nasolabial folds. Such points can be easily found during the automatic image processing using known contour detectors. Also, the possibility of using for the human facial expression description not the coordinates of characteristic points, but the distances between them, was investigated. From these distances a different feature vector was created, the properties of which were compared with the points coordinates vector.

Results. The developed recognition system on the basis of a multidimensional extended neo-fuzzy neuron have been implemented in software and investigated for solving the problem of facial expression classification. A comparison between the attribute vectors that are different in composition and dimension is made. The structure for the feature vector, which provides high system learning rate, and does not require the additional structural elements was chosen.

Conclusions. The experimental study fully confirms the effectiveness of the developed approach for the human facial expressions recognition using a multidimensional extended neo-fuzzy neuron.

1171. Godlevskiy M. D. Structural analysis and optimization of IDEF0 functional business process models / M. D. Godlevskiy, D. L. Orlovskiy, A. M. Корр // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 48-56.

Context. A relevant problem of an approach development used to reduce system or random errors which occur during business process models design is solved. The object of the research includes graphical and mathematical models which describe business process structure.

Objective. Minimization of systematic or random errors based on the development of an approach to formation and analysis of a business process structure in IDEF0 notation.

Method. The approach to formation and analysis of a business processes structure in IDEF0 notation is proposed. Balancing coefficient, which was modified and augmented, considering weight coefficients of arcs of various types, is used for IDEF0 diagrams analysis. Cohesion types defined in the ISO/IEC/IEEE 2476 standard, which weight coefficients are calculated using their values normalization, are used to define values of arc weight coefficients.

Results. The approach to IDEF0 diagrams analysis, which allows defining structural changes of diagrams to satisfy balancing requirements, has been developed. Recommendations obtained as a result of IDEF0 diagrams analysis, which describe product purchase and software release processes, and also recommendations of DevOps concept and SCOR supply chain reference model have been used to transform the source diagrams according to the balancing requirements. Further research may consider using of expert judgments for making decisions on recommendations development.

Conclusions. The proposed approach can be used to support activities of collecting, storing, and sharing organizational knowledge allowing to analyze and improve business process models before they are added into an enterprise repository for future reuse to design new solutions. Next studies will consider various approaches to business process models representation in an enterprise repository, corresponding to Archimate, ARIS, and other notations.

1172. Havrysh V. I. Investigation of temperature modes in thermosensitive non-uniform elements of radioelectronic devices / V. I. Havrysh, Y. O. Baranetskij, L. I. Kolyasa // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – Р. 7-15.

Context. The non-linear boundary value problem of heat conduction for a thermosensitive non-homogeneous strip-shaped element of a radio-electronic system with a through inclusion has been solved whose analytical-numerical solution enables us to analyze temperature regimes in the element.

Objective. Is to develop such a method of linearization of mathematical model of heat conduction which enables us to obtain analytical numerical solution of the corresponding non-linear boundary value problem for determination of temperature field in elements of radio electronic devices, which are geometrically represented by a thermosensitive plate with a through inclusion.

Method. A linearizing function which enables us to partially linearize the initial non-linear mathematical model of heat conduction for a thermosensitive non-homogeneous element of a radio electronic system in the form of "plate-inclusion" structure has been suggested. The introduced piece-wise linear approximation of temperature on plate-inclusion interfaces has enabled us to completely linearize the corresponding partially linearized boundary value problem relative to the linearizing function. After this, it became possible to apply Fourier's integral transformation to the obtained linear problem with respect to one of the spatial coordinates, as well as to determine the linearizing function. The linear dependence of the coefficient of heat conductivity on temperature for structure materials with the use of the linearizing function has been considered. By solving the boundary value problem, the formulae for determination of temperature field in the "plate-inclusion" thermosensitive structure have been obtained.

Results. The obtained formulae for determination of temperature field in a thermosensitive non-homogeneous element of radio electronic system were used to create the software which enables us to obtain distribution of value of temperature and to analyze temperature regimes.

Conclusions. A mathematical model for the calculation for the temperature field in a "plate-inclusion" thermosensitive structure is adequate to the actual physical process, because no jump of temperature at "plate-inclusion" interfaces is observed. The numerical results for the chosen materials under linear dependence of the coefficient of thermoconductivity on temperature differ by 7% from the results which are obtained for constant coefficient of heat conductivity. Prospect of further investigation will consider more complicated geometric representation of elements of radio electronic systems.

1173. Lytvyn V. V. Method of data expression from the ukrainian content based on the ontological approach / V. V. Lytvyn, V. A. Vysotska, M. H. Hrendus // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 144-157.

Context. Nowadays there is a constantly increasing interest to the application of the intelligent systems (IS) in different areas such as information technologies (IT), engineering, medicine, biology, ecology, geography, jurisprudence etc. At the heart of architecture of modern IS's knowledge bases (KB) are used, which are formed due to the subject area (SA), where the given IS is used. The main part of KB is ontology as clearly structured SA's model, systematic set of terms, which explain the connections between objects of this SA. Ontologies are generally accepted and widely used in different branches of science such as knowledge engineering, presentation of knowledge, information search, knowledge management, database design, information modeling and object-oriented analysis. In particular, Gather company in their researches of IT-market attributed the use of taxonomy/ontology in his area. Consequently, research of syntactic ontological structures of KB, construction and research of optimal algorithm for syntactic analysis of Ukrainian language texts and the development of software-algorithmic means of content, automatic referencing of texts, gathering knowledge, translation etc. are relevant.

Objective. The goal of the work develop a software system for formalizing the rules of syntax of the Ukrainian language in the form of an ontological basis of knowledge for the purpose of its use for working out natural language texts in the Ukrainian language.

Method. Methods of solving the problem of creating a consolidated resource based on ontological KB were chosen decision trees, IDEF5 methodology and ontology construction methodology. The results of syntactic analysis work are taken into account by associative-semantic context analysis to optimize the process of constructing associative context relationships between words and sentence combinations within the hierarchical network of ontological BB.

Results. A consolidated information resource is created - an ontological KB of parsing analysis of Ukrainian-language text documents with the help of Protégé 3.4.7.

Conclusions. The method of data extraction based on ontological BZ and FPGA language is developed for the further development of a consolidated information resource for the syntactic elaboration of text documents. As a result, an ontological type of KB with FPSM was created. The syntactic structure of the input sentence is the foundation and frame for the next, not less important step - semantic analysis. This ontological KB of the consolidated LR of syntactic elaboration of Ukrainian-language text documents serves as a powerful basis for further development of an automated IS for parsing Ukrainian-language texts.

1174. Mamedov K. S. Two methods for construction of suboptimistic and subpessimistic solutions of the interval problem of mixed-boolean programming / K. S. Mamedov, N. O. Mammadli // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 57-67.

Context. The interval problem of mixed Boolean programming having numerous economic applications is considered. The object of the study was a model of the integer programming.

Objective. Development of methods for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions of the mixed Boolean programming interval problem. Two methods for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions of mixed Boolean programming problems with interval initial data are introduced. These methods are based on some economic interpretation of the model considered.

Method. Two methods for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions of mixed Boolean programming problems with interval initial data are introduced. These methods are based on some economic interpretation of the considered model. In the first method a criterion of selecting unknowns for assigning values, which is based on the principle of profit maximum for each unit of expenditure is introduced. Since the coefficients of the problem are intervals, two strategies are chosen: optimistic and pessimistic. In the optimistic strategy, the idea of choosing unknowns is used, which corresponds to the maximum ratio of the corresponding maximum profit to the minimum expenditure. And in the pessimistic strategy, the idea of maximum ratio of the minimum profit to the maximum expenditure is used. In the second method, the concept of a non-linearly increasing penalty (price) for using a unit of the remaining resources is introduced, that on the right side is bounded. Taking into account the principles of the above first and second methods, using this concept of penalty (price), methods for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions have been developed.

Results. The algorithms for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions to the interval problem of mixed Boolean programming are developed.

Conclusions. A software package was developed for constructing sub optimistic and sub pessimistic solutions to the interval problem of mixed Boolean programming. A number of computational experiments have been carried out over random problems of various dimensions.

1175. Prykhodko N. V. The non-linear regression model to estimate the software size of open source java-based systems / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 158-166.

Context. The problem of estimating the software size in the early stage of a software project is important, since the information obtained from estimating the software size is used for predicting the software development effort, including open-source Java-based information systems. The object of the study is the process of estimating the software size of open-source Java-based information systems. The subject of the study is the regression models for estimating the software size of open-source Java-based information systems.

Objective. The goal of the work is the creation of the non-linear regression model for estimating the software size of open-source Java-based information systems on the basis of the Johnson multivariate normalizing transformation.

Method. The model, confidence and prediction intervals of multiply non-linear regression for estimating the software size of open-source Java-based information systems are constructed on the basis of the Johnson multivariate normalizing transformation for non-Gaussian data with the help of appropriate techniques. The techniques to build the models, equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions are based on the multiple non-linear regression analysis using the multivariate normalizing transformations. The appropriate techniques are considered. The techniques allow to take into account the correlation between random variables in the case of normalization of multivariate non-Gaussian data. In general, this leads to a reduction of the mean magnitude of relative error, the widths of the confidence and prediction intervals in comparison with the linear models or nonlinear models constructed using univariate normalizing transformations.

Results. Comparison of the constructed model with the linear model and non-linear regression models based on the decimal logarithm and the Johnson univariate transformation has been performed.

Conclusions. The non-linear regression model to estimate the software size of open-source Java-based information systems is constructed on the basis of the Johnson multivariate transformation on for SB family. This model, in comparison with other regression models (both linear and non-linear), has a larger multiple coefficient of determination, a larger value of percentage of prediction and a smaller value of the mean magnitude of relative error. The prospects for further research may include the application of other multivariate normalizing transformations and data sets to construct the non-linear regression model for estimating the software size of open-source Java-based information systems.

1176. Stenin A. Designing of autonomous heat supply systems and optimization of energy resources at their exploitation / A. Stenin, V. Pas'ko, I. Drozdovych // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 78-87.

Relevance. To solve most of the tasks facing the housing and communal services of the country, it is necessary to create and implement new efficient energy-saving technologies and units, the development of which will solve the problem of reducing heat consumption and metal consumption when using individual heat points in district heating systems.

Goal. Increase in the efficiency of autonomous heat supply systems (AHSS) for housing and communal services objects. Ensuring effective means of analyzing complex systems and processes in multi-circuit heat exchangers for heating and hot water supply systems.

Method. To achieve this goal, a systematic approach was applied to the analysis of thermal and hydraulic processes occurring in the autonomous heat supply systems and modeling of heat exchange processes in multi-circuit heat exchangers. To solve the boundary value problem, an iterative procedure is proposed. On the experimental stand, the model is explored, experimental data are obtained. *Results.* The dependence of the coolant consumption in the circuits and the amount of heat are established theoretically and experimentally. An iterative procedure is developed. Studies were carried out on the basis of the experimental stand. Based on the results of the experiments, a nomogram of thermal calculation of a multi-circuit heat exchanger was constructed.

Conclusions. The experiments carried out on the experimental stand developed by the authors of the experiment fully confirm the correctness of the theoretical results obtained and provide an effective tool for constructing industrial samples.

1177. Synthesis of the noise immune algorithm for adaptive control / V. S. Morkun, N. V. Morkun, S. M. Hryshchenko, V. V. Tрон // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 183-190.

Context. Consideration of the transient process characteristics under current industrial conditions, i.e. a controlled object's static and dynamic characteristics when forming controlling impacts in automatic control systems of ore grinding and sizing is one of the advanced ways to increase their efficiency.

Variations in characteristics of initial materials and equipment conditions while changing a command value in closed-loop automatic control systems (ACS) result in transient processes when the granular metric composition of output products of grinding and sizing aggregates change in a wide range. It leads to additional losses of the recovered grade.

Duration of transient processes depends on how the controlled object's current condition (its static and dynamic characteristics) corresponds to the controller's adjustment in the ACS. It causes the necessity to readjust the controller's parameters from time to time that is done in the adaptive ACS to the best advantage.

The authors suggest an algorithm of noise immune correction of the controller's parameters in the closed-loop automatic control system, which is based on preliminary identification of the controlled object's static and dynamic characteristics in accordance with parameters of the transient process starting in the closed-loop ACS of the transient process. There are determined limits to its applicability at concentration plants.

Objective. The research aims to develop a noise immune algorithm of adaptive control over objects with variable static and dynamic characteristics on the basis of the controlled parameter value and the rate of its changes on the initial stage of transient processes in the closed-loop ACS.

Method. Current approaches and methods of improving ore concentration control are analyzed to substantiate the research topicality, goals and objectives. The adaptation algorithm for local ACS of ore concentration is synthesized and analyzed by methods of analytical design and computer simulation.

Results. Correction of the PI-controller according to the suggested algorithm reduces the transient time in the closed-loop ACS. It should be done at the moment determined by the condition even in case of the optimal adjustment. The polynomial presentation degree of the filter should not be lower than 2, i.e. $m \geq 2$. In this case, filtration is satisfactory if fluctuation of the output signal does not exceed 25% of its absolute value because of noises.

Conclusions. The theory of forming specified parameters of transient processes in the closed-loop ACS by means of objects with variable static and dynamic characteristics on the basis of the controlled parameter value and the rate of its changes on the initial stage of these processes is developed in the present research. It allows synthesizing adaptive ACS, in which the error ratio in the transient process reaches zero in a minimum of time without changing its sign subject to disturbances and noises.

1178. System for web resources content structuring and recognizing with the machine learning elements / M. P. Dyvak, A. V. Kovbasistyi, A. M. Melnik, L. Y. Turchyn, Y. O. Martsenyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 128-134.

Context. A large number of web resources of different organizations requires checking of relevance and correctness of the content, in particular, concerning characteristics of the organization, staff, etc. For this, it is necessary to develop a system of the automated content analysis. This task causes the need to develop a method and software for structuring and recognizing of web resources content. Existing parsing systems do not provide solving of the specified task, since they do not contain elements of machine learning. The object of the research is the process of automated analysis of the web resources content.

Objective. The goal of the work is the creation of the system for web resources content structuring and recognizing.

Method. The system of structuring and recognizing of text content of web resources with elements of machine learning is considered. Models of the system functioning are proposed. The architecture for realizing of software system for structuring and recognizing of text content of web resources is developed. Example of implementation of the model of developed system for structuring, recognizing and revealing of outdated and incorrect information about personnel on the web resource of educational institution is given.

Results. The developed software may be used by support services in order to update and correct the information content.

Conclusions. The system of structuring and recognizing of content of web resources with the machine learning elements has been considered. The proposed system compared with the known ones, ensures automated content structuring, recognizing of outdated, non-relevant or wrong information. Represented example of the structuring and recognizing of outdated and incorrect information on the website of educational institution confirms the effectiveness of the proposed system.

1179. Ukhina A. V. Transient process at low-order frequency dependent digital / A. V. Ukhina, V. S. Silnikov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 3 (46). – P. 40-47.

Context. When constructing specialized and programmable mobile systems, there arises the problem of system restructuring, under system functioning conditions breach because of changes in the noise-signaling environment or the system operating conditions. Any rearrangement of the system's digital frequency-dependent components leads to the occurrence of transient process, which duration is determined by the components characteristics. The traditional approach to the transient process analysis refers to the zero initial conditions, however, the intelligent sensors and specialized computer systems operation as well as parameters adjustment as well as other system components can be performed under non-zero initial conditions. This implies the need for a large number of computations, not feasible sometimes in real time. Here essential is to assess the duration of process' transition to readjustment process to provide the system operability under new conditions.

Objective. To estimate the transient process' maximum duration when rearrangement, to determine the possible rearrangements range and width, taking into account the system stability.

Method. This research carrying out improved is the indirect method of transient process duration estimating by the transfer function poles simplifying the irrational function expansion.

Results. The effected analysis with relevant modeling and theoretical verification allowed obtaining relations to estimate the transient process maximum duration and to determine possible modifications range and width taking into account the system stability. Upon research results we built the dependencies of transient process duration onto the cutoff respective frequency. Simplified is the representation of relation used to determine the transient process length at the expense of decomposing into order series.

Conclusions. The results obtained allow us to estimate the transient process duration upper limit by improving the indirect method of estimating the transient process duration along the transfer function poles, while simplifying the irrational function expansion, that making possible, before the rearrangement beginning, considering the given new relative cutoff frequency and the component order, to predict the component stability afterwards. From a practical point of view, this reduces the calculations amount and due to the predicted result, increases the specialized computer system overall and by-components efficiency for specified performance criteria. The results obtained are applicable to the design of computer systems' microprocessor components.

№ 4

1180. Анализ диаграммы направленности приемо-передающей кольцевой антенной решетки с малым уровнем боковых лепестков / В. Л. Тютюнник, А. С. Дудуш, А. Д. Флоров, И. Н. Трофимов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 4 (47). – С. 23-30.

Актуальность. Преимуществом кольцевых антенных решеток является возможность кругового электронного сканирования лучом без искажения характеристик диаграммы направленности за счет изменения распределения тока на ее элементах. Данная особенность, в сочетании с современными технологиями и цифровыми методами диаграммообразования открывает перспективу применения кольцевых антенных решеток в обзорных РЛС военного и гражданского назначения вместо антенных систем с механическим вращением.

Цель. Исследование возможностей уменьшения уровня боковых лепестков диаграммы направленности однокольцевой приемо-передающей антенной решетки при использовании известных амплитудных распределений, применяемых для линейных антенных решеток.

Метод. Для проведения исследования использован метод фазовых мод, при котором произвольная функция возбуждения кольцевой антенной решетки представляется в виде суммы компонент (мод) фазового возбуждения, а диаграмма направленности кольцевой антенной решетки является суперпозицией диаграмм направленности, создаваемых отдельными фазовыми модами возбуждения. Данный метод позволяет применять к кольцевым антенным решеткам методы, используемые для синтеза диаграмм направленности и уменьшения уровня боковых лепестков линейных антенных решеток за счет использования специальной трансформационной матрицы.

Результаты. Разработана имитационная математическая модель дискретной однокольцевой антенной решетки, которая обеспечивает возможность исследования эффективности использования амплитудных распределений, известных для линейных антенных решеток, для уменьшения ее уровня боковых лепестков.

Выводы. Проведенные вычислительные эксперименты подтвердили возможность применения метода фазовых мод для формирования диаграммы направленности с малым уровнем боковых лепестков в приемо-передающих кольцевых антенных решетках. Показан вариант практического применения амплитудного и1088 распределения Дольфа-Чебышева для формирования диаграммы направленности кольцевой решетки.

1181. Великодний С. С. Метод розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу / С. С. Великодний, О. С. Тимофеева, С. С. Зайцева-Великодна // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 135-142.

Актуальність. Програмні системи настільки щільно увійшли до нашого життя, що неможливо уявити собі існування та розвиток людства без них. Але під впливом чинників технічної еволюції відбувається старіння програмних систем із погіршенням їх характеристик. Тут у пригоді стає докорінна переробка із наслідуванням позитивних якостей програмної системи та відділенням негативних, тобто реінжиніринг. Подібні процеси, що починаються з перепроєктування, вимагають обов'язкової аналітичної оцінки показників проекту, адже існують випадки, коли реінжиніринг нерентабельний стосовно конкретної програмної системи. У статті розглянуто комплексний інструмент оцінки програмного проекту, що прогнозує працездатність перепрограмування об'єктів, у сполученні із іншими показниками проектів, які визначають складність реінжинірингу програмних систем.

Мета. Сформувати метод, за яким можна оцінити показники реінжинірингу програмних систем за допомогою комплексного інструментарію оцінки програмного проекту.

Метод. Описана у статті технологія заснована на використанні методу точок Карнера із внесенням суттєвих доповнень та розширень. Встановлення коефіцієнтів та обрання значення констант засновані на методі Якобсона та перевірені на багаточисельній статистиці найбільш схожих проектів.

Результати. Після аналізу завершеного проекту і вивчення звіту про показники, доступні чинники можуть бути точно відкориговані, щоб дати оцінку фактичним годинам реінжинірингу. Згодом, можна використовувати ці дані у якості базової траєкторії життєвого циклу проекту. На підставі розрахованих показників оцінювання формується звіт, що містить аналіз оцінки програмного проекту, для включення у вихідну проектну документацію, яка є частиною організаційного забезпечення систем автоматизованого проектування програмних систем.

Висновки. Отримав подальший розвиток метод розрахунку проектних точок Карнера із внесенням суттєвих доповнень та розширень щодо процесів реінжинірингу програмних систем. Кожна змінна визначається та обчислюється окремо із використанням вимірювань, вагових коефіцієнтів та обмежуючих констант. Вимірювання виконуються командою досвідчених системних аналітиків, що спираються на власні уявлення про технічну складність проекту та можливості команди програмістів. Коефіцієнти та константи приймаються, виходячи із статистичних даних 3 - 5 вже оцінених аналітиками виконаних проектів із близьким ступенем схожості.

1182. Інформаційне моделювання нечітких знань / О. Ф. Волошин, М. М. Маляр, В. В. Поліщук, М. М. Шаркаді // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 4 (47). – С. 84-95.

Актуальність. Проведено дослідження актуальної задачі розроблення інформаційних моделей представлення нечітких знань для інформаційних технологій на прикладі різних прикладних задачах, які зустрічаються при функціонуванні соціоекономічних систем із застосування апарату нечітких множин, нечіткої логіки і системного підходу.

Метою даної роботи є розроблення інформаційних моделей представлення нечітких знань для прийняття управлінських рішень при функціонуванні соціоекономічних систем в умовах невизначеності за вхідними експертними оцінками. *Об'єктом* дослідження є процес моделювання нечітких знань на основі функцій належності для вхідних експертних оцінок за критеріями. *Предметом* дослідження є методи і моделі представлення нечітких знань для прийняття рішень в умовах невизначеностей.

Метод. Вперше запропоновано інформаційне моделювання нечітких знань на основі функцій належності оцінок за критеріями і їх можливістю застосування для різних прикладних задач. Удосконалено модель представлення нечітких знань для оцінювання платоспроможності підприємств та інвестиційних проектів, сформувавши множину критеріїв для оцінювання та наведено приклади побудов функцій належності для порівнювання вхідних даних. Вперше запропоновано інформаційну модель представлення нечітких знань у вхідних 1077 експертних оцінках, на прикладі оцінювання стартап проектів, що дозволить отримати лінгвістичне значення та оцінку достовірності альтернативних варіантів.

Результати. Отриманим результатом дослідження є інформаційне моделювання представлення нечітких знань на прикладах побудови моделей оцінювання платоспроможності підприємств, інвестиційних та стартап проектів за вхідними експертними оцінками. Розроблена модель дає можливість для набраних експертних балів слабо структурованої або неструктурованої задачі отримувати тлумачення, розкриваючи суб'єктивізм експертів та мати кількісну оцінку у неформалізованих задачах. Раціональність оцінки доводить переваги розроблених моделей.

Висновки. У роботі розв'язано науково-прикладне завдання розроблення інформаційних моделей представлення нечітких знань для інформаційної технології на прикладах побудови моделей оцінювання платоспроможності підприємств, інвестиційних проектів та стартап проектів за вхідними експертними оцінками. Розроблення моделей нечітких знань дасть можливість адекватно підійти до оцінювання альтернативних рішень підвищуючи при цьому ступінь обґрунтованості прийняття рішень. Запропоновані інформаційні моделі нечітких знань оцінювання платоспроможності підприємств, інвестиційних та стартап проектів можуть бути втілені у роботу інвестиційних установ.

1183. Каминская Ж. К. Моделирование и анализ процессов функционирования автоматизированной системы / Ж. К. Каминская, Э. М. Кулипич, С. Н. Сердюк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 214-225.

Актуальность. Рассмотрена проблема повышения эффективности и качества процессов функционирования автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) производства газобетона. Актуальность данной проблемы обуславливается необходимостью учета человеческого фактора при разработке систем данного типа. Объект исследования - методы и средства автоматизации процессов управления сложными технологическими процессами (ТП). Предмет исследования - модели, методы и средства повышения эффективности и качества автоматизации процессов управления технологическими комплексами газобетонного производства.

Цель работы - повышение эффективности и качества процессов управления ТП приготовления газобетона на основе создания комплексной математической модели, формализующей деятельность человека-оператора и физические процессы, происходящие в ходе ТП, с учетом характеристик исполнительных механизмов и режимов их управления, а также ее практическая реализация в виде имитационной модели (ИМ) процесса управления дозированием материалов газобетонной смеси на ЗАО "Мотор Сич" (г. Запорожье, Украина).

Метод. Предложено решение рассматриваемой проблемы в виде ИМ процесса функционирования АСУТП приготовления газобетона, основанной на комплексной математической модели процессов дозирования, смешивания компонентов газобетонной смеси и интерактивного взаимодействия оператора с человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ) АСУТП при решении им задач управления ТП. В ИМ человеко-машинная система "оператор-АСУТП" представлена в виде системы массового обслуживания. Для формализации алгоритма деятельности оператора использован обобщенный структурный метод А.И. Губинского. Особенность данной ИМ заключается в том, что она может быть использована для оценки и отладки работы АСУТП, алгоритмов работы с ЧМИ.

Результаты. Разработано программное обеспечение и имитационная модель ТП изготовления газобетона и1085 на ЗАО "Мотор Сич", реализующие предложенную комплексную модель на основе транзактного способа организации квазипараллелизма в ИМ.

Выводы. В работе предложена комбинированная (аналитико-имитационная) модель процесса автоматизированного управления технологическим процессом приготовления газобетона, которая в отличие от известных моделей управления, включающих процессы дозирования и смешивания, позволяет формализовать деятельность человека-оператора АСУТП, количественно оценить показатели его информационной загрузки, а также дополнительно учитывать в процессе дозирования влияние динамической составляющей веса набора компонентов в бункеры дозаторов и скорость истечения компонентов из расходных емкостей. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач обоснования оптимального выбора структуры, способов управления, вариантов ЧМИ, уточнения параметров системы управления указанным ТП, а также при создании интеллектуальных тренажеров для подготовки операторов.

1184. Кошевой Н. Д. Сравнительный анализ методов оптимизации при исследовании весоизмерительной системы и терморегулятора / Н. Д. Кошевой, Е. М. Костенко, А. А. Беляева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 179-187.

Актуальность. Впервые предложено применение методов табу-поиска, случайного поиска, роя частиц для построения оптимальных по стоимости планов эксперимента при исследовании весоизмерительной системы и терморегулятора. Цель работы - провести сравнительный анализ разработанных методов оптимизации, таких как табу-поиск, случайный поиск, рой частиц при поиске оптимальных планов проведения эксперимента во время исследования весоизмерительной системы и терморегулятора.

Метод. Предложены методы построения оптимальной по стоимости реализации матрицы планирования эксперимента с использованием алгоритмов роя частиц, табу-поиска и случайного поиска. В начале вводится количество факторов и стоимости переходов для каждого уровня факторов. Затем с учетом введенных данных формируется исходная матрица планирования эксперимента. При использовании алгоритма табу-поиска на каждом шаге итерации в качестве нового текущего решения выбирается лучшее решение в окрестности текущего и осуществляется проверка не находится ли оно в списке табу. Таким образом происходят вычисления, пока алгоритм не достигнет заданного числа итераций. Список табу формируется из решений, имеющих минимальную стоимость. Метод случайного поиска основан на перестановке столбцов матрицы планирования. Количество итераций алгоритма задается пользователем. Метод роя частиц основан на моделировании поведения популяции частиц. В каждой точке, где побывала частица, рассчитывается значение стоимости проведения эксперимента. При этом каждая частица запоминает, какое (и где) лучшее значение стоимости эксперимента она лично нашла и где расположена точка, являющаяся лучшей среди всех точек, которые разведали частицы. На каждой итерации частицы корректируют свою скорость (модуль и направление). Через некоторое количество итераций частицы собираются вблизи наиболее хорошей точки. Затем среди всех новых точек осуществляется проверка, не нашли ли мы новую глобально лучшую точку, и, если нашли, запоминаем ее координаты и значение стоимости проведения эксперимента в ней. Затем рассчитывается выигрыш по сравнению с исходной стоимостью проведения эксперимента.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные методы, которое использовано для проведения вычислительных экспериментов по исследованию свойств этих методов при исследовании весоизмерительной системы и терморегулятора. Синтезированы оптимальные по стоимости реализации планы экспериментов, а также приведены выигрыши в результатах оптимизации по сравнению с исходной и максимальной стоимостями проведения эксперимента.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенных методов и реализующего их программного обеспечения, а также позволяют рекомендовать их для применения на практике при построении оптимальных матриц планирования экспериментов.

1185. Машталир С. В. Адаптивные матричные модели в задаче контроля потоков видео / С. В. Машталир, М. И. Столбовой // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 188-194.

Актуальность. В настоящее время анализ многомерных данных является одним из приоритетных направлений научных исследований. Это связано с практически не контролируемым ростом объемов информации и возникновением необходимости получения/поиска различного рода полезных данных из нее. При этом анализ видеоданных является одним из наиболее сложных с вычислительной точки зрения не только из-за больших объемов обрабатываемых данных, но и, учитывая слабую структурированность видео, а также тот факт, что в целом ряде задач обработки видео существуют ограничения на время обработки. Одним из направлений решения этих проблем анализа видео является предварительная обработка видеоданных с целью получения их разбиения на однородные сегменты (сцены), что значительно сокращает временные и вычислительные затраты при дальнейшем контекстном анализе больших объемов видео информации. И, несмотря, на имеющиеся результаты в этом направлении, задача кластеризации/сегментации видеопоследовательностей остается чрезвычайно актуальной.

Цель. В работе рассмотрена проблема кластеризации многомерных потоковых данных на примере временной сегментации видеопоследовательностей.

Метод. Предложен метод контроля изменений в потоковых данных, что позволяет отслеживать моменты, существенного изменения характеристик входных многомерных данных, на основе адаптивных матричных моделей с введением специализированного алгоритма настройки прогнозирующей модели.

Результаты. Проведенный эксперимент на видеопоследовательностях произвольной природы продемонстрировал возможность обнаружения границ сегментов в видео. При этом следует отметить, что предложенный подход существенно зависит от результатов пространственной сегментации исходных данных, которая необходима для получения множества характеристик, описывающих каждый видеокادر последовательности.

Выводы. Предложенный в работе метод позволяет проводить кластеризацию-сегментацию многомерных входных данных при помощи адаптивных матричных моделей. В качестве исходных данных в экспериментальной части использовались видеопоследовательности.

1186. Мельников А. Ю. Исследование методов интеллектуального анализа библиографических описаний и разработка программной системы для анализа списка литературы / А. Ю. Мельников, К. М. Комиссаров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 4 (47). – С. 121-134.

Актуальность. Рассмотрена задача анализа библиографического списка с целью автоматизации проверки правильности его составления. Объектом исследования являлся процесс формирования библиографических описаний на основе действующих стандартов. Предмет исследования - модели и методы интеллектуального анализа для проверки и исправлений библиографического описания. Цель работы - повышение эффективности научно-педагогической деятельности за счет применения интеллектуальной системы для проверки списка литературных источников в курсовых и дипломных работах студентов.

Метод. Проанализирован стандарт и перечислены элементы, составляющие библиографическое описание. Рассмотрены существующие инструменты для формирования и проверки списка литературных источников, выявлены их недостатки, обоснована необходимость создания программного средства для проверки библиографических описаний. Приведено исследование методов интеллектуального анализа: рассмотрены методы регулярных выражений, нечеткого поиска с применением нечетких регулярных выражений, конечного автомата и нейронной сети Хемминга. Создана ранее не существующая модель проверки библиографического описания на соответствие действующим стандартам, основанная на методах регулярных выражений, нечеткого поиска, конечного автомата и нейронной сети Хемминга. Представлена объектноориентированная модель проектируемой компьютерной системы на языке визуального моделирования UML. Описана работа компьютерной реализации программной системы, осуществленной в среде визуального программирования C#.

Результаты. Разработана программная система - интеллектуальная система принятия решений - для проверки библиографического описания и частично автоматизированного исправления с пользовательскими указаниями, сформированными на основе базы знаний.

Выводы. Разработанная интеллектуальная система позволяет выявить и исправить ошибки оформления библиографического описания. Основой программы является база знаний, которую можно дополнить при наличии каких-либо непредусмотренных ситуаций. Кроме этого, данная система дает возможность накапливать базу данных уже проверенными списками литературы. Разработанную систему можно улучшать без вмешательства в исходный код программы. При этом уровень ее возможностей и правильности исправлений, выдачи замечаний напрямую зависит от полноты и правильности составленной базы знаний. К перспективам дальнейших исследований можно отнести использование других стилей оформления списка литературы, отличных от ДСТУ 7.1:2006, таких, как IEEE.

1187. Тарасов В. Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями / В. Н. Тарасов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 61-70.

Актуальность. Рассмотрена задача вывода решения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме для обычной системы с гиперэрланговскими входными распределениями второго порядка и системы со сдвинутыми гиперэрланговскими входными распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики системы - среднего времени ожидания требований в очереди для системы массового обслуживания типа $G/G/1$ с обычными и со сдвинутыми с гиперэрланговскими входными распределениями второго порядка.

Метод. Для решения поставленной задачи использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли, который позволяет получить решение для среднего времени ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли занимает важную часть теории систем $G/G/1$. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Впервые получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для обеих систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди для вышеуказанных систем в замкнутой форме. Такой подход позволяет рассчитать среднее время ожидания для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика. Все остальные характеристики систем являются производными от среднего времени ожидания.

Выводы. Показано, что гиперэрланговский закон распределения второго порядка, как и гиперэкспоненциальный, являющийся трехпараметрическим, может определяться как двумя первыми моментами, так и тремя первыми моментами. Выбор такого закона распределения вероятностей обусловлен тем, что его коэффициент вариации охватывает более широкий диапазон, чем у гиперэкспоненциального распределения. Для сдвинутого гиперэрланговского закона распределения коэффициент вариации охватывает еще более широкий диапазон, чем у обычного. Введение сдвинутых во времени распределений расширяет область применения СМО с учетом известного факта из теории массового обслуживания, что среднее время ожидания связано с коэффициентами вариаций интервалов поступлений и времени обслуживания квадратичной зависимостью. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли для системы массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями второго порядка позволяет получить решение в замкнутой форме и это решение публикуется впервые. Полученное решение дополняет и расширяет известную формулу теории массового обслуживания для среднего времени ожидания требований в очереди для системы массового обслуживания типа $G/G/1$.

1188. Фрейман В. И. Методы и алгоритмы мягкого декодирования сигналов в каналах передачи информации между элементами систем управления / В. И. Фрейман // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 226-235.

Актуальность. Решены задачи повышения достоверности передачи информации в каналах и трактах систем управления на фоне воздействия совокупности помех различной природы и вида. Объектом исследования является приемное устройство (декодер канальных символов), предмет исследования - модели, методы и алгоритмы обработки и принятия решения на уровне элементарных сигналов (канальных символов). Цель работы - создание и исследование методов и алгоритмов "мягкого" декодирования элементарных сигналов для обеспечения достоверности передачи информации по встроенным и выделенным каналам и трактам систем управления.

Метод. Использован математический аппарат нечетких множеств для описания ошибок, возникающих в каналах и трактах передачи информации между элементами систем управления. Реализованы методы и алгоритмы "мягкого" декодирования (дающих большую информацию для принятия решения, чем "жесткая" схема принятия решения) в первой решающей схеме приемных устройств в составе аппаратно-программных элементов систем управления. Выполнено программное моделирование предложенного способа принятия решения, основанного на методах нечеткой логики.

Результаты. Разработаны структурная схема и алгоритм работы квазиоптимального приемника элементарных сигналов, оригинальность которого заключается в применении методов нечеткой логики для принятия решения. Создан и исследован алгоритм принятия решения в среде MathWorks Fuzzy Logic Toolbox.

Выводы. Проведенные в работе исследования позволяют сделать следующие выводы о том, что предложенная мягкая схема декодирования: обеспечивает большую "гибкость" при принятии решения, что положительным образом сказывается на достоверности передачи информации; не требует введения и использования многозначной логики (например, символ "х" для модели канала 2?3, символы "1b" и "0b" для модели канала 2?4, символы "0"... "7" для модели канала 2?8), что облегчает реализацию алгоритма декодирования; позволяет проводить арифметические, а не логические, вычисления, что снижает вычислительную сложность алгоритма принятия решения.

1189. Шмелева Т. Р. Верификация протоколов треугольных коммуникационных решеток бесконечными сетями / Т. Р. Шмелева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – С. 31-41.

Актуальность. Вычислительные и коммуникационные решетки являются мощным средством повышения производительности и качества обслуживания современных сетей. В двумерных решетках основными формами ячейки являются треугольник, четырехугольник и шестиугольник. Треугольные решетки применяются при решении краевых задач с треугольными конечными элементами в системах радиовещания и телевидения. Наиболее простые и эффективные способы реализации решеток могут обладать скрытыми дефектами и уязвимостями с точки зрения безопасного обмена информации. Таким образом, верификация решеток является актуальной задачей.

Цель работы - построение моделей треугольных коммуникационных решеток в форме бесконечных сетей Петри и исследование их свойств для доказательства корректности (верификации) протоколов.

Методы исследований базируются на основных положениях теории графов, линейной алгебры, теоретических основах сетей Петри, математического и имитационного моделирования.

Результаты. Построено параметрическое описание треугольной коммуникационной решетки на плоскости в прямой и двойственной форме. Узел коммутации реализует полнодуплексный режим работы и буферизацию пакетов с ограниченным размером внутреннего буфера. Получены аналитические выражения для оценки числа компонентов модели. Решение бесконечных системы линейных уравнений в параметрической форме позволило доказать инвариантность модели произвольного размера. Инвариантность является одним из основных свойств модели идеального протокола, определяющих безопасность работы сети. Практическая значимость полученных результатов заключается в построении схем безопасных решеток для дальнейшей программной и аппаратной реализации, что официально подтверждено включением моделей треугольных решеток в архив моделей сетей Петри Лаборатории Информатики университета Париж 6.

Выводы. Впервые построена математическая модель треугольных коммуникационных решеток с регулярной структурой произвольного размера в форме бесконечных сетей Петри для верификации протоколов передачи информации в решетках. Применение методики для верификации треугольных коммуникационных структур позволяет выполнить дальнейшее развитие теории бесконечных сетей Петри для построения и исследования моделей произвольных решеток с регулярной структурой.

1190. Analysis of the automated speaker recognition system of critical use operation results / O. V. Bisikalo, V. V. Kovtun, M. S. Yukhimchuk, I. F. Voytyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 71-83.

Context. The article summarizes the statistical learning theory to evaluate the long-term operation results of the automated speaker recognition system of critical use (ASRSCU) taking into account the features of the system's operation object and the structural specificity of such a class of recognition systems.

Objective. The goal of the represented work is the development of a complex set of methods for the ASRSCU's quality parameters stabilization during its long-term operation.

Method. The article formulated set of methods for the ASRSCU's operational risks estimation of its long-term operation. In particular, the dependence of the risk of an incorrect speaker recognition on the features space dimension is described. Based on the formulated measure of informativity, obtained a set of methods to analyze the training sample to identify examples that lead to increased risk. The influence of the phenomenon of the drift of the speech signal parameters on the quality indicators of the ASRSCU is described analytically. An estimation of the operation duration of the ASRSCU, during which it is impractical to re-train it's the classifier, is carried out. Recommendations for choosing an optimal ASRSCU's classifier are formulated from the position of its complexity minimization, taking into account the risks of the ASRSCU's long-term operation and the possibility of re-training.

Results. Represented in the article theoretical results are verified by the DET-curves experiments data, which summarize the information from long-term experiments with the ASRSCU, in which, during the features space configuration were taken into account the features based on the power normalized cepstral coefficients based and the features based on the spectral-temporal receptive fields theory. Within the framework of the created theoretical concept, an estimation of the influence of the features space configuration and the type and complexity of the classifier on the stability of the ASRSCU's quality parameters during its long-term operation has been carried out.

Conclusions. For the first time the theoretically analyzed the problem of average risk minimization by empirical operation results of a ASRSCU, where, unlike existing approaches, non-stationary input data with the drift of individual speech signals features and the characteristic parameters of the recognition system classifier were taken into account, which allowed to estimate the risk's confidence interval for conditions for re-training sessions.

1191. Bazilo C. V. Principles and methods of the calculation of transfer characteristics of disk piezoelectric transformers / C. V. Bazilo // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 7-22.

Context. Thanks to its unique properties piezoceramics has applications in various fields of engineering and technology. Disk piezoelectric devices are widely used in the elements of information systems. Research has shown that piezoelectric transformers can compete with traditional electromagnetic transformers on both efficiency and power density. The final goal of mathematical modeling of the vibrating piezoelectric elements physical condition is a qualitative and quantitative description of characteristics and parameters of existing electrical and elastic fields.

Objective. The purpose of this paper is to set out the principles of mathematical models construction that are sufficiently adequate to real devices and occurring physical processes using the simplest example of axially symmetric radial oscillations of the piezoelectric disk.

Method. Mathematical models of piezoelectric transformers working with axially symmetric radial oscillations of piezoceramic disks are constructed with a minimal number of assumptions simplifying the real situation. This allows us to state that the proposed construction scheme delivers mathematical models that are sufficiently adequate to the real objects and physical processes that exist in them.

Results. Main results of this work can be formulated as follows: mathematical model of piezoelectric transformer with ring electrode in the primary electrical circuit is constructed; high sensitivity of frequency characteristic of piezoelectric transformer to the values of the output impedance of the electrical signal source in the primary electrical circuit is demonstrated.

Conclusions. As a result of research of real device's mathematical model a set of geometrical, physical and mechanical and electrical parameters of a real object can be determined which provides realization of technical parameters of piezoelectric functional element specified in technical specifications. The cost of the saved resources is the commercial price of the mathematical model. Prospects for further research can be to build a mathematical model of a piezoelectric transformer with sector electrodes.

1192. Comparison of block expectation time for various consensus algorithms / D. S. Kaidalov, L. V. Kovalchuk, A. O. Nastenko, M. Yu. Rodinko, O. V. Shevlsov, R. V. Oliynykov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 159-171.

Context. We consider security properties of decentralized blockchain-based consensus protocols. The object of research is block confirmation time for users to get assurance that their transaction will not be reverted.

Objective. The goal of the paper is to analyze double-spend attacks on the different blockchain-based systems and compare resulting probabilities of attacker's success.

Method. We presented two models for two types of attacks on the Ouroboros protocol (for the general and covert adversaries). The models allow calculating the exact number of slots needed to achieve the required level of security. It was shown that the Ouroboros protocol allows achieving the required security level with significantly shorter confirmation period in comparison with Bitcoin. We estimated minimal number of confirmation blocks and compare estimation time for Bitcoin, GHOST and Ouroboros protocols. As a measure of comparison, we considered transaction confirmation time for which the probability of a double-spend attack is less than 0.1%. We use different standard probability distribution and different properties of Markov chains and Random Walks to get comparison of estimated security properties of Bitcoin blockchain against three different models of Bitcoin double spend attack. The splitting attack based on the model where resources of honest participants are divided to compete different chains is applied to Bitcoin and GHOST consensus protocols. Properties of Markov chains and Random Walks are also applied to obtain security estimations for the Ouroboros protocol.

Results. We developed methods to get specific numbers for average block confirmation time for Ouroboros protocol. We compared minimal number of confirmation blocks needed to ensure a high security for considered protocols: Bitcoin, GHOST and Ouroboros.

Conclusions. The obtained results allow determination of security bounds for the Bitcoin, GHOST and Ouroboros consensus protocols. Users of the practically deployed blockchain systems may get specific parameters for a given assurance level.

1193. Gorev V. N. On the analytical solution of a volterra integral equation for investigation of fractal processes / V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 4 (47). – P. 42-50.

Context. We consider a Volterra integral equation of the first kind which may be applied to the data filtration and forecast of fractal random processes, for example, in information-telecommunication systems and in control of complex technological processes. *Objective.* The aim of the work is to obtain an exact analytical solution to a Volterra integral equation of the first kind. The kernel of the corresponding integral equation is the correlation function of a fractal random process with a power-law structure function.

Method. The Volterra integral equation of the first kind is solved with the help of the standard Laplace transform method. The inverse Laplace transform leads to the calculation of the line integral of the function of complex variable. This integral is calculated as a sum of a residue part and integrals over the banks of cut. The corresponding integrals are obtained on the basis of the known expansions of special functions.

Results. We obtained an exact analytical solution of the Volterra integral equation the kernel of which is the correlation function of a fractal random process. The paper is based on a model where the structure function of the corresponding process is a power-law function. It is shown that the part of the solution that does not contain delta-function is convergent at any point if the Hurst exponent is larger than 0.5, i.e. if the process has fractal properties. It is shown that the obtained solution is a real-valued function. The obtained solution is verified numerically; it is also shown that our solution gives the correct asymptotic behavior. Although the solution contains an exponentially growing function of time, at large times the integral of the obtained solution asymptotically behaves as a power-law function.

Conclusions. It is important to stress that we obtained an exact solution of the Volterra integral equation under consideration rather than an approximate one. The obtained solution may be applied to the data filtration and forecast of fractal random processes. As is known, fractal processes take place in a huge variety of different systems, so the results of this paper may have a wide field of application.

1194. Humeniuk M. O. The criterion for feature informativeness estimation in multi robot teams control / M. O. Humeniuk, I. M. Sashchuk, Y. V. Zhuravsky // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2018. – № 4 (47). – P. 96-105.

Context. The task of automation of feature set informativeness estimation process in multi robot teams control is solved. The object of the research is the process of multi robot teams control. The subject of the research is the criterion of feature set informativeness estimation.

Objective. The research objective is to develop the criterion for feature set informativeness estimation in multi robot teams control.

Method. The criterion for feature set informativeness estimation is proposed. The developed criterion is based on the idea that feature set informativeness is computed according to values of the prior probabilities of finding features in the descriptions of the environment states. The use of the proposed criterion allows to efficiently solve the problem of feature set informativeness estimation, leading to effective solution of the multi robots control task. The developed criterion is based on the maximizing mutual information criterion and can be applicable when measurements are interdependent and environment has a variable number of states. The criterion doesn't require to construct models based on the estimated feature combinations, in such a way considerably reducing time and computing costs for multi robot teams control. Application of the proposed criterion for feature set informativeness estimation allows to make a decision how much a new observation will increase the certainty of the robots' beliefs about the environment state which is observed.

Results. The software which implements the proposed criterion for feature set informativeness estimation and allows to manage multi robot teams has been developed.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed operability of the proposed criterion for feature set informativeness estimation and allow to recommend it for multi robot teams control in practice. The prospects for further researches may include the modification of the known multi robot teams control methods and the development of new ones based on the proposed criterion for feature set informativeness estimation.

1195. Identification of "human error" negative manifestation in maritime transport / P. S. Nosov, A. P. Ben, V. N. Matejchuk, M. S. Safonov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 204-213.

Context. There is a problem of identifying the subjective entropy of the navigator as an indication of negative human error in maritime transport. The aim of the study is to develop the data system to identify the negative manifestations of the human error for ensuring safety in maritime transport.

Objective. The objective of the work is to design the data system consisting of two levels. Levels are targeted at detection of primary factors and secondary factors of subjective entropy of the navigator increase.

Method. Within the scope of this work, the phases of the navigator's activity are determined, in which negative manifestations of the human error arise. This most often occurs during emergency situations. It is determined that the navigator's loss of focus leads to inadequate actions in relevant situations. Stressful situations are the second reason that affects self-control level. The factors' expanses influencing the navigator's subjective entropy increase as well as the vector affecting the subjective entropy at the first level of the formal system are determined. The arrangement of sets of factors was carried out. The arrangement result represents the formal system's first level description. Multi-objective optimization problem is vital for optimal solutions identification. The patterning's target is error evaluation on finding a vector, which is an essential stage. The lower limit of the system identification level is determined. The formal description of actions at the second level of the system is carried out and vector is specified at this level. The dependences of second-level vectors' impacts on navigator subjective entropy increase are specified with maximum accuracy. Time input estimation for system actuation allows us to determine three operating modes of the system. The input data for operating modes specification is indicated. The matrix-based framework algorithm of navigator's behavior during emergency situations is given.

Results. Formal approaches were confirmed by simulation patterning using the navigation simulator NTPRO 5000. The data obtained allowed to build an algorithm in navigator's shaping of in various situations.

Conclusions. The proposed formal approaches, patterns and algorithms will provide a basis for navigator's behavior analysis during emergency situations. The search of the best practice of human error data mining based on real data and simulator training data can be the direction for future research. This will allow to determine the mathematical expectation of navigator's behavior in emergency situations, as well as when performing operations with a low coefficient of experience.

1196. Khodakov V. Y. Models of training procedures / V. Y. Khodakov, A. Y. Sokolov, G. V. Veselovskaya // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 51-60.

Context. The problem of justifying methods for constructing models of optimization procedures as dynamic objects, taking into account the features of the training procedures, is considered. The object of the study were models of the dynamics of training procedures.

Objective. The goal of the work is to solve the tasks of formalizing the training procedures, developing methods for constructing mathematical models of the learning processes, the processes of searching for the optimum of the learning tasks, and for evaluating dynamic training procedures.

Method. The learning process is a totality of sequential and interrelated actions of a teacher and learners, aimed at providing a conscious and durable assimilation of knowledge, abilities, and skills. As a result of systematic analysis, main, basic patterns of training procedures are defined. The notion of "information flow" is justified as the sequence of messages carrying information for building models of interactions in information systems. The important property of the information flow is determined - the direction from the source to the receiver. Two possible variants of information interaction of objects are singled out - information transfer and information compensation. The use of optimality principle for information processes of learning is offered. It is shown that the dynamics of learning processes is determined by the characteristics of the used optimization procedure. The gradient procedure for finding the extremum of the goal function is described by the autonomous motion of the dynamic system. For a strictly convex goal function, according to sufficient optimality conditions, the optimization procedure is described by the dynamics of the autonomous motion of a stationary linear unbound dynamic object. The choice of the multiplier for the gradient significantly affects the dynamics of the process, and for a strictly convex goal function the multiplier is equal to the increment vector. The use of a dynamic model determines the number of steps required to achieve the given accuracy.

Results. The created models received software implementation and were investigated in practice when solving the tasks of modeling the dynamics of training procedures in the teaching process of the Information Technologies Department of Kherson National Technical University.

Conclusions. The carried out experimental researches have allowed to confirm practically operability of the created mathematical apparatus and to consider it expedient for application with the purpose of increase of efficiency of modeling and realization of training procedures. Further perspectives of the research are seen in the coverage of more types of dynamic training procedures, optimizing approaches to their software implementations, and increasing the scale of their coverage with confirmatory experiments.

1197. Kotlyarov V. V. Practical considerations of greedy compressed sampling methods application for OFDM channel / V. V. Kotlyarov, A. A. Shpylka // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 172-178.

Context: traditionally a large number of pilot carriers are utilized to acquire channel state information in OFDM based systems. A larger number of pilot carriers gives better channel state estimation but leads to lower spectrum efficiency of the system.

Objective: primary objective of this paper is to look at the practical aspects of the application of novel CS-based channel estimation technique, that can achieve estimation quality on reduced training data, in context of real pilot aided OFDM systems.

Method: a novel technique CS enables representation of sparse signals using fewer samples as compared to its original size. Exploiting the sparse nature of channel impulse response of multipath channels, we apply the CS technique for channel estimation in pilot aided OFDM system based on ISDB-T standard.

Results: in this paper, we consider two the most popular CS-based recovery algorithms - OMP and CoSaMP. The MSE performance metrics are given for both CS-based channel estimation algorithms. Simulations results demonstrate that CoSaMP provides more stable results while requires more pilot carriers than OMP to achieve good estimation quality. Both algorithms require a priori knowledge of channel sparsity level but CoSaMP is much more sensitive to a correctness of this information.

Conclusions: the compressed sampling approach shows the impressive capability of channel impulse response recovery from a significantly smaller amount of pilot carriers than traditional linear methods require. However, the need of sparsity knowledge by the most popular CS recovery methods seriously limits the applicability of these algorithms in real OFDM receivers. Nevertheless, CSbased channel estimation is a promising technique which worth further investigation to overcome this limitation.

1198. Kovalenko I. I. A modified case-based reasoning method based on the rough set theory / I. I. Kovalenko, A. V. Shved, N. V. Koval // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 106-112.

Context. Knowledge bases are the main element of artificial intelligence systems. They are formed on the basis of two generally accepted approaches: the object-oriented approach and object-structural approach. Knowledge structuring through its ordering, classification and typing of selected classes is the main operation that is implemented in both approaches. Quite often there are situations when data or knowledge is not exact and it is impossible to perform their exact classification. These features necessitate the development of new approaches aimed at solving problems of extracting knowledge from large arrays of unordered data, structuring, presenting and analytical processing of inexact knowledge in automated construction of knowledge bases.

Objective. The objective of this paper is a research of new approaches for solving problems of representation of knowledge about cases in intellectual decision support systems.

Method. An approach aimed at modifying Case-Based Reasoning method on the basis of Rough Set Approach has been proposed in this paper. The proposed method forms a partition of cases to determine the degree of their belonging to the goal classes using upper and lower approximations of goal classes, considering the relative importance of classification attributes and formed equivalence classes.

Results. The proposed modification of Case-Based Reasoning method allows extracting knowledge about cases from arrays of unordered data with the purpose of the case base construction, and handling the inconsistent (in cases where for the same values of attributes cases belong to different classes), and incomplete (in cases where the values of some attributes or information of the case belonging to the given class is missing or unreliable) information about cases.

Conclusions. The proposed method of representation knowledge about cases, their adaptation and subsequent search in the case base formed under uncertainty and existence of inexact, rough, inconsistent initial data constitutes a theoretical basis for constructing intellectual decision support systems.

1199. Methods of large-scale signals transformation for diagnosis in neural network models / I. O. Lymariiev, S. A. Subbotin, A. A. Oliinyk, I. V. Drokin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 113-120.

Context. Knowledge bases are the main element of artificial intelligence systems. They are formed on the basis of two generally accepted approaches: the object-oriented approach and object-structural approach. Knowledge structuring through its ordering, classification and typing of selected classes is the main operation that is implemented in both approaches. Quite often there are situations when data or knowledge is not exact and it is impossible to perform their exact classification. These features necessitate the development of new approaches aimed at solving problems of extracting knowledge from large arrays of unordered data, structuring, presenting and analytical processing of inexact knowledge in automated construction of knowledge bases.

Objective. The objective of this paper is a research of new approaches for solving problems of representation of knowledge about cases in intellectual decision support systems.

Method. An approach aimed at modifying Case-Based Reasoning method on the basis of Rough Set Approach has been proposed in this paper. The proposed method forms a partition of cases to determine the degree of their belonging to the goal classes using upper and lower approximations of goal classes, considering the relative importance of classification attributes and formed equivalence classes.

Results. The proposed modification of Case-Based Reasoning method allows extracting knowledge about cases from arrays of unordered data with the purpose of the case base construction, and handling the inconsistent (in cases where for the same values of attributes cases belong to different classes), and incomplete (in cases where the values of some attributes or information of the case belonging to the given class is missing or unreliable) information about cases.

Conclusions. The proposed method of representation knowledge about cases, their adaptation and subsequent search in the case base formed under uncertainty and existence of inexact, rough, inconsistent initial data constitutes a theoretical basis for constructing intellectual decision support systems.

1200. Mimikhin S. K. Analysis of ways for exchanging data in networks with package commutation / S. K. Mimikhin, M. U. Losev, D. E. Silnikov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 195-203.

Context. The important problem of increasing the effectiveness of functioning telecommunication networks with package commutation is considered. Some ways are suggested for improving algorithmic tools for information exchange based on using methods and means of diagnosing errors in packages with data transferred. The object of this investigation is the process of data transfer and determining spoiled packages in messages.

Objective. The objective of this paper is to decrease the average relative time of package delivery and also to increase the probability of faultless information transfer to user on the basis of modelling various data exchange protocols.

Method. A method is suggested for the synthesis of universal, fast-acting multi-channel devices designated for controlling and diagnosing messages in data exchange networks with package commutation. Determining faulty packages is carried out based on using cyclic codes and the signature analysis method, which allows creating simple and sufficiently effective devices for data control. A comparative analysis of data exchange protocols is carried out based on using the method of probability-time graphs.

Results. There have been obtained recommendations as to effective using protocols for information exchange with respect to usage conditions and characteristics of networks with package commutation.

Conclusions. In this research the formalization of information processing based on the signature analysis has been accomplished and the method for the synthesis of multi-channel control devices with localizing errors in message packages has been improved. At that, the approach to data exchange in networks with package commutation has been improved. A comparative analysis of the three main scientific approaches that use cyclic error detecting codes has been carried out with the help of probability-time graphs.

1201. Planning the activities of intellectual agents in the electronic commerce systems / A. Berko, V. Vysotska, V. Lytvyn, O. Naum // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2018. – № 4 (47). – P. 143-158.

Context. Today, e-commerce is one of the most active and promising segments of the global economy, characterized by steady growth of volumes and active improvement of tools and technologies. Intellectualization of e-commerce systems today is one of the main trends in their development and effective functioning in a competitive environment. One of the most promising means of solving this task category is the use of intellectual agents (IAs). The modern approach to modeling the decision support process, in particular, in e-commerce, uses the Boyd's loop principle, which involves repeated cycle repetition of four successive interrelated processes (stages): observation - orientation - decision-making - action. According to Boyd's hypothesis, the higher speed of the cycle and the accuracy of the evaluation of the stages of the cycle provide an advantage over the competitor.

Objective of the research is to develop tools for effective planning of actions of intellectual agents of e-commerce systems in a competitive environment based on ontologies, and to set the task of planning the actions of intellectual agents to the problem of dynamic programming.

Method. The mathematical support and method of action planning of IA based on adaptive ontologies are developed. This method can be used to effectively operate IA in a competitive environment of the SEC, which is modeled by Boyd's loop. Adaptive ontology is used to plan IA actions. To this end, we have added two scalar quantities (the importance of concepts and relationships) that are used to find an effective way to implement the IA plan in a generally accepted three-element tuple that defines ontology (a set of concepts, relationships, and their interpretation). Such an assessment of the ontology elements allows reducing the task of planning IA actions in a competitive environment to the task of dynamic programming.

Results. In the article the model of planning of actions of intellectual agents of electronic commerce systems using an ontological approach is constructed. The method of evaluation of actions of intellectual agents on the basis of adaptive ontologies is developed. Such an assessment makes it possible to reduce the task of scheduling actions to the task of dynamic programming.

Conclusions. Analysis of the results of IA actions can determine the causes of the formation of the target audience by a set of characteristics of the functioning of the SEC. By regulating the content, its uniqueness, the efficiency of its formation and its adequate management according to the individual needs of a regular user, one can model the boundaries of the target social audience and the number of unique visitors from search engines. In fig. 5-6 the results of the work of the developed systems in the form of charts are presented, from which it follows that in the presence of all types of IA significantly increases the volume of visits and unique users. 18 intelligent agent, ontology, planning, e-commerce.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2019

№ 1

1202. Великодний С. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу програмних систем / С. С. Великодний // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 150-156.

Актуальність. Програмні системи застосовуються у різноманітних галузях життя й діяльності людини, але найбільше поширення вони отримали у галузях, де необхідною є робота із багатьма рутинними операціями - це стосується промисловості, виробництва, транспорту, навчання та інфокомунікацій. Звичайно, що у процесі експлуатації цих систем відбувається еволюційне старіння видів забезпечення. Така тенденція призводить до погіршення швидкісних, інформаційно-комунікаційних, графічних, часових та інших характеристик, аж до повної відмови програмної системи. Тематика статті спрямована у галузі проектування ергатичних систем та управління проектами та програмами з перепроєктування або удосконалення цих систем. Реінжиніринг дозволяє виконати еволюціонування системи, шляхом внесення позитивних змін до її структури з метою підвищення характеристик експлуатації та технічного супроводу.

Мета. Сформувані представлення оцінки параметрів витрат ресурсів на виконання реінжинірингу програмних систем за допомогою математичного інструментарію опису моделей проектування.

Метод. У ідею статті закладено метод Боема (Boehm) та принципи побудови спіралі Архімеда. Авторські дослідження призвели до думки об'єднати ідеї побудови структур Боема та Архімеда, адаптувати їх під методологію програмної інженерії та перенести до циліндричної системи координат. В основу отриманих моделей закладено спіральний принцип організації відліку.

Результати. У статті розглянуто процес створення та візуалізації математичних моделей стосовно до процесу реінжинірингу програмних систем. Операції із поданими моделями можуть відбуватися у проекціях часу та витрат, у ізометричній проекції програмних компонентів, у логарифмічній проекції рядків програмного коду.

Висновки. Вперше сформовані ідеалізовані моделі реінжинірингу, що дозволять підвищити точність оцінки витрат з перепроєктування програмних систем. Удосконалено модель візуалізації витрат на перепроєктування програмних систем, яка дозволить підвищити ефективність прогнозування порядку витрат. Вперше отримано залежності побудови траєкторії графічної моделі витрат від уведених коефіцієнту автоматизації реінжинірингу та коефіцієнту схожості компонентів, які дозволять вносити зміни до конфігурації моделі. Запропоновані ідеалізовані моделі реінжинірингу видів забезпечення програмних систем являють собою еволюційні спіралі, які побудовані у циліндричній системі координат. Реінжиніринг, який буде виконано за допомогою розроблених ідеалізованих моделей реінжинірингу дозволить не тільки скоротити витрати на перепроєктування програмних систем, але й підвищити ефективність технічного супроводу, збільшити життєвий цикл програмних систем, що вже знаходяться у експлуатації та подолати протиріччя між швидкими темпами розвитку науки, техніки і процесів проектування нових програмних систем.

1203. Вовк С. М. Постановка задач обработки данных на основе критерия минимума протяженности / С. М. Вовк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – С. 157-166.

Актуальность. Для обработки данных, содержащих аномальные значения, и получения разреженных решений или решений малой протяженности может быть использовано требование минимизировать протяженность функции, применяемой для поиска решения. Объектом исследования в данной работе является процесс постановки задач обработки данных на основе указанного требования, которое далее упоминается как критерий минимума протяженности.

Целью данной работы является разработка подхода к постановке задач обработки данных на основе данного критерия.

Метод. На основе критерия минимума протяженности предложен новый подход к постановке задач аппроксимации данных и к постановке обратных задач с прямым линейным оператором, решение которых имеет малую протяженность или является разреженным, в условиях, когда исходные данные содержат шум и аномальные значения. Постановка задачи аппроксимации получена путем задания параметрической модели данных и применения критерия минимума протяженности к невязке решения. Постановка обратной задачи получена путем применения критерия минимума протяженности к решению задачи и к его невязке. Представлены частные случаи этой постановки и отмечено, что она обобщает постановку задачи регуляризации Тихонова. Предложенные постановки задач сформулированы в виде задач минимизации соответствующих функционалов, построенных на основе "супермножества" стоимостных функций. В общем случае указанные функционалы не являются ни выпуклыми, ни унимодальными, и их минимизация может оказаться трудоемкой задачей.

Результаты. Предложенные постановки задач обобщают те постановки, которые выполнены на основе критериев наименьших квадратов и/или наименьших модулей. Численное моделирование задачи аппроксимации линейной функцией зашумленных данных в условиях наличия шума импульсного типа, а также в условиях наличия мешающего фрагмента экспоненциальной функции подтвердило целесообразность предложенной постановки и ее результативность. Численное моделирование обратной задачи, которой отвечала переопределенная система линейных алгебраических уравнений с грубыми ошибками в ее правой части и разреженным решением, также подтвердило целесообразность использования критерия минимума протяженности для ее постановки.

Выводы. Постановка задач обработки данных на основе критерия минимума протяженности является целесообразной в условиях, когда часть исходных данных является грубо искаженной и/или когда искомое решение имеет малую протяженность. Постановки, основанные на критерии минимума протяженности, позволяют расширить круг решаемых задач.

1204. Гальченко А. В. Заперечуване шифрування на основі застосування підходу гібридних криптографічних систем / А. В. Гальченко, С. В. Чопоров // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 178-191.

Актуальність. Несанкціонований доступ до добре захищених інформаційно-телекомунікаційних систем є досить актуальною проблемою в галузі інформаційної безпеки. Для вирішення цієї проблеми запропоновано використання механізмів заперечуваного шифрування, які в разі отримання несанкціонованого доступу до інформації дозволяють її розпорядникам як заперечити факт існування даних, так і забезпечити їх конфіденційність та захистити розпорядників інформації від застосування грубої сили з боку зломисників для отримання ключової інформації. В статті викладено підхід до застосування існуючих алгоритмів заперечуваного шифрування для захисту інформації в великих масивах даних.

Мета. Основна мета дослідження полягає в перевірці гіпотези щодо можливості використання алгоритмів заперечуваного шифрування для роботи з великими масивами даних, оскільки всі алгоритми даного напрямку є асиметричними та не адаптовані для роботи з "big data".

Метод. Перевірка гіпотези здійснюється шляхом введення додаткових блоків обробки даних у вихідний алгоритм заперечуваного шифрування з відкритим ключем на основі розширеної криптографічної схеми Рабіна, структура та особливості якого найбільш підходять для перевірки висунутої автором гіпотези.

Результати. За результатами експериментів авторами запропоновано прототип алгоритму заперечуваного шифрування, який реалізує блочне шифрування даних, а також зберігає особливості механізму двозначності вихідного алгоритму шифрування. Окрім того, запропоновані авторами зміни забезпечують збільшення продуктивності роботи запропонованого алгоритму, при реалізації певних обчислень, в порівнянні з існуючими підходами. Висновки. Авторами вирішено задачу застосування існуючих алгоритмів заперечуваного шифрування для захисту інформації в великих масивах даних, на прикладі алгоритму заперечуваного шифрування з відкритим ключем на основі розширеної криптографічної схеми Рабіна. Запропонований підхід до побудови гібридного алгоритму з механізмом заперечування демонструє не лише збереження основних властивостей базового алгоритму, але й можливість блочного шифрування даних будь-якого розміру з гарними показниками продуктивності. Тобто запропонований алгоритм не лише дозволяє вирішити задачу забезпечення конфіденційності даних, в разі несанкціонованого доступу до них, але й робить його придатним для практичного застосування.

1205. Гурко А. Г. Робастное управление приводом лазера системы технического зрения / А. Г. Гурко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 238-246.

Актуальность. Решение задачи SLAM для автономного мобильного робота требует эффективных технических средств для сканирования окружающей местности с целью ее картографирования и обнаружения препятствий. В качестве таких средств широко применяются лазерные сканирующие системы, которые используются как самостоятельно, так и в комплексе с другими средствами в составе единой системы технического зрения робота. Одной из проблем при работе систем технического зрения является способность выявлять относительно небольшие препятствия, что требует сканирования ограниченного сектора поля зрения или даже фокусировки на конкретной точке пространства. Данное исследование посвящено вопросу повышения надежности обнаружения препятствия в поле зрения робота за счет усовершенствования привода лазера системы его технического зрения.

Цель работы - повышение надежности обнаружения препятствия в поле зрения системы технического зрения робота за счет робастного управления приводами системы позиционирования лазера.

Метод. В работе синтезирован классический ПД-регулятор привода позиционирования лазера, удовлетворяющий предъявленным требованиям к качеству переходного процесса. Проведенная оценка робастных свойств полученной системы управления приводом показала как значительную зависимость ее динамических свойств от вариации значений параметров модели привода, так и потенциальную возможность повышения ее быстродействия. При помощи средств Robust Control Toolbox пакета MATLAB переопределены настройки регулятора, обеспечивающие робастные свойства системы управления. Выполнен анализ влияния параметрической неопределенности модели привода на динамические свойства системы.

Результаты. Синтезирован робастный ПД-регулятор привода системы позиционирования луча лазера в системе технического зрения, сочетающий в себе простоту реализации классического регулятора со слабой чувствительностью к наличию неопределенностей.

Выводы. Применение полученного регулятора в лазерной системе технического зрения мобильного робота повысит надежность обнаружения препятствия и, как следствие, точность построения карты ограниченного сектора поля зрения робота в условиях параметрической неопределенности модели привода.

1206. Косолап А. И. Оптимизация надежности сложных неремонтопригодных систем / А. И. Косолап, А. А. Довгополая // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 247-255.

Актуальность. В работе рассматриваются задачи оптимизации надежности сложных неремонтопригодных систем. Такие системы состоят из множества взаимосвязанных элементов. Оптимизация надежности таких систем является сложной вычислительной проблемой и требует разработки новых методов.

Цель. Построение математических моделей сложных неремонтопригодных систем и разработка эффективных методов оптимизации их надежности.

Метод. Мы используем метод точной квадратичной регуляризации для решения задач оптимизации надежности сложных систем. Точная квадратичная регуляризация позволяет преобразовать многоэкстремальные задачи оптимизации надежности сложных систем к задаче максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Мы используем эффективный прямо-двойственный метод внутренней точки и метод дихотомии для решения преобразованной задачи. Метод точной квадратичной регуляризации позволил значительно расширить классы решаемых оптимизационных задач надежности сложных систем. Это подтверждается сравнительными численными экспериментами.

Результаты. Сравнительные численные эксперименты показывают, что метод точной квадратичной регуляризации является более эффективным, чем существующие методы для решения данного класса задач. Этот метод позволяет расширить классы задач оптимизации надежности сложных систем для которых он позволяет находить оптимальные решения.

Выводы. Предложен эффективный метод для оптимизации сложных неремонтопригодных систем, который показал лучшие численные результаты.

1207. Мочурад Л. І. Метод редукції моделі для розрахунку електростатичних полів систем електронної оптики / Л. І. Мочурад // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 40-47.

Актуальність. Бурхливий розвиток нанотехнологій висуває нові вимоги щодо систем електронної оптики. У сучасних електронно-оптичних системах помічена значна кількість електродів складної конфігурації з наявною геометричною симетрією. При розрахунку електростатичних полів відповідних систем вимагають високої точності обчислень. Це можна забезпечити шляхом розробки нових та вдосконаленням існуючих алгоритмів розрахунку потенціальних полів.

Мета. Метою даної роботи є розробка методу редукції моделі для розрахунку електростатичних полів сучасних систем електронної оптики.

Метод. Для підтвердження дієвості запропонованого у роботі методу розглянуто знаходження параметрів електростатичного поля конкретної модельної системи. Показано, що конфігурація поверхонь електродів володіє абелевою циклічною групою симетрії четвертого порядку. Знайдено матрицю перетворення Фур'є для даної групи. Вдалось, використовуючи метод редукції моделі, на основі апарату теорії груп перейти від системи чотирьох інтегральних рівнянь до послідовності чотирьох незалежних інтегральних рівнянь, де інтегрування ведеться по сукупній граничній поверхні. Максимальне (повторне) врахування наявної симетрії граничної поверхні при математичному моделюванні електростатичного поля дозволяє, в свою чергу, суттєво понизити порядок моделі - перейти до інтегрування, наприклад, по $1/16$, $1/64$ граничної поверхні.

Результати. У роботі, не зменшуючи загальності, на прикладі конкретної модельної системи здійснено розрахунок параметрів електростатичного поля. Для наочного представлення якого використано поверхні рівного потенціалу. Результати чисельного моделювання приведені при різній варіації відомих значень потенціалу на граничних поверхнях електродів. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні сучасних систем електронної оптики.

Висновки. Розроблено метод редукції моделі для розрахунку електростатичних полів електронно-оптичних систем, який базується на граничних інтегральних рівняннях теорії потенціалу у поєднанні з апаратом теорії груп, що на відміну від існуючих методів дозволяє значно спростити громіздкість процедури чисельного аналізу параметрів електростатичного поля максимально врахувавши наявну симетрію в геометрії граничних поверхонь, уникнути числової нестійкості обчислень та отримати вищу точність розрахунків. Розширено клас систем електронної оптики, що допускають математичне моделювання на основі методу інтегральних рівнянь.

1208. Нагорный В. В. Прогнозирование индивидуального ресурса технических систем / В. В. Нагорный, Е. А. Лавров, Я. И. Чибиряк // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – С. 48-56.

Актуальность. В статье изложены результаты исследований по разработке новой методологии прогнозирования индивидуального ресурса технических систем, что является злободневной, но так и не решенной до сих пор проблемой, особенно для малосерийных или изготовленных в единичных экземплярах объектов контроля. Данное обстоятельство и определяет актуальность изложенного в статье материала.

Цель. Целью работы является разработка новой методологии прогнозирования индивидуального ресурса технических систем, в том числе уникальных и малосерийных.

Метод. Предложена новая методология прогнозирования индивидуального ресурса технических систем, основанная на идентификации модели тренда контролируемого параметра, выполняемой по результатам регулярного мониторинга технического состояния разнообразного промышленного оборудования, в том числе мало серийного или изготовленного в единичных экземплярах. Один из определяемых в процессе идентификации коэффициентов модели численно равен искомому ресурсу. По известной величине ресурса и измеренному значению контрольного параметра рассчитывается значение лингвистической переменной, по результатам сопоставления которой со стандартным набором вербальных величин - "термов" принимается решение о степени критичности технического состояния подконтрольного оборудования.

Результаты. Методология прогнозирования индивидуального ресурса и оценки на основе этого степени критичности технического состояния промышленного оборудования, в том числе уникального и малосерийного оборудования, была реализована в программном продукте и использована при оценке степени критичности гидротурбины - типичного представителя малосерийных изделий.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили ожидаемую эффективность методологии прогнозирования индивидуального ресурса и работоспособность созданного на ее основе программного обеспечения, что позволяет рекомендовать методологию и программный продукт для практического использования при решении задач прогнозирования ресурса и диагностики технического состояния разнообразного промышленного оборудования. Перспективы дальнейших исследований состоят в аппаратной реализации на базе стационарных, мобильных и встраиваемых системы контроля разработанной методологии прогнозирования индивидуального ресурса механических систем.

1209. Панін В. В. Побудова нейромережевої експертної системи обробки навігаційних даних в умовах річкової е-навігації / В. В. Панін, В. В. Доронін, О. М. Спіян // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – С. 203-217.

Актуальність. Розглянуто задачу автоматизації діагностики мережесих аномалій при передачі потоку навігаційних даних від водомірних постів до електронно-картографічної системи в умовах річкової е-навігації. Об'єктом дослідження є процес діагностики у динамічній експертній системі.

Мета роботи - створення автоматизованої системи діагностики мережесих аномалій на нейронних мережах.

Метод. Запропонований спосіб автоматизації діагностики мережесих аномалій з використанням комплексу процедур контекстно-орієнтованої інтелектуальної обробки потоків навігаційних даних. Спосіб передбачає застосування сучасних методів обробки інформації на основі реалізації алгоритму нечіткого логічного виводу на нейронних мережах. Застосовані нейромережі можуть бути легко навчені роботі в умовах коливань параметрів, що надходять від водомірних постів. Спосіб дозволяє мінімізувати помилку у синтезованій мережі. Отриманий набір кластерів-правил відображається в структурі нейро-нечіткої мережі. Реалізація способу не потребує завантаження всієї навчальної вибірки в пам'ять електронно-картографічної системи, багаторазових переглядів навчальної вибірки і істотно прискорює процес синтезу мереж. В інформаційній системі обробки потоку навігаційних даних, яка повинна оперативно виявляти мережесі аномалії, а також пропонувати можливі варіанти їх усунення, застосовано сукупне використання експертних систем і нейронних мереж. Поряд з фрактальним врахуванням точності визначені показники якості при невідомих закономірностях між вхідними та вихідними даними, що надходять від водомірних постів. Тобто нейромережа визначає, які сигнали є неінформативними. За допомогою розробленого методу класифікації вхідних сигналів від водомірних постів з використанням мережі Кохонена простір потоку даних розбивається на кластери однакового розміру і форми. При зміні розміру кластера метод дозволяє одержувати різні рівні деталізації вибірки. Застосування процедури класифікації вхідних сигналів передбачає зростання або зменшення значень диференційних поправок до глибин, розпізнання інформації від водомірних постів. Вирішення задач кодування і декодування параметрів під час навчання нечіткої нейромережі виконувалося одночасно із завданням параметричної функції трикутної форми. Визначені правила представлення знань, сформованих експертом. Для зберігання інтелектуальної системи в явному вигляді застосована нейромережева динамічна експертна система на прецедентах. Визначений механізм отримання автоматизованого вирішення на підставі активізації алгоритму пошуку за ступенем близькості прецедентів. За відсутності прецедентів завдання вирішується нейромережевою базою правил. Вузлами мережі є нейрони - окремі факти, що витягаються із прецедентів. Зв'язки між вузлами мережі реалізують правила. Тобто, організовується багатошарова нейромережа фактів і правил.

Результати. Відпрацьовані показники експериментальних досліджень процесу автоматизації діагностики мережесих аномалій при передачі потоку навігаційних даних від водомірних постів.

Висновки. Вирішена задача автоматизації діагностики мережесих аномалій із застосуванням гнучкої нечітко-нейронної мережі на прецедентах. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованих методів. Перспективи подальших досліджень полягають у реалізації етапів створення інструментального методу навігації (річкової е-навігації).

1210. Сидоров М. В. Метод двобічних наближень розв'язання першої крайової задачі для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь на основі використання функції Гріна / М. В. Сидоров // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – С. 57-66.

Актуальність. Розглянуто питання побудови двобічного ітераційного процесу знаходження додатного розв'язку першої крайової задачі для звичайного диференціального рівняння другого порядку на основі використання метода функції Гріна. Об'єктом дослідження є перша крайова задача для нелінійного звичайного диференціального рівняння другого порядку.

Мета роботи - користуючись методами теорії нелінійних операторів у напівупорядкованих просторах розробити метод двобічних наближень розв'язання поставленої задачі.

Метод. За допомогою функції Гріна вихідна нелінійна крайова задача для звичайного диференціального рівняння замінюється еквівалентним інтегральним рівнянням Гаммерштейна, що розглядається у просторі неперервних функцій, який напівупорядковано за допомогою конуса невід'ємних функцій. Інтегральне рівняння подається у вигляді нелінійного операторного рівняння з гетеротонним оператором. Для нього знаходиться сильно інваріантний конусний відрізок, кінці якого є початковими наближеннями для двох ітераційних послідовностей, перша з яких, монотонно зростаючи, наближає точний розв'язок задачі знизу, а друга, монотонно спадаючи, - зверху. Наведено дві умови існування єдиного додатного розв'язку розглядуваної крайової задачі та двобічної збіжності до нього послідовних наближень. Також наведено загальні рекомендації з побудови сильно інваріантного конусного відрізка. Розроблений метод має просту обчислювальну реалізацію і зручну для використання на практиці апостеріорну оцінку похибки.

Результати. Розроблений метод програмно реалізовано та досліджено при розв'язанні тестових задач. Результати обчислювального експерименту проілюстровано графічною та табличною інформацією.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність та ефективність розробленого метода і дозволяють рекомендувати його для використання на практиці при розв'язанні задач математичного моделювання нелінійних процесів. Перспективи подальших досліджень можуть полягати у розробленні двобічних методів розв'язання задач для рівнянь з частинними похідними та нестационарних задач, використовуючи напівдискретні методи (наприклад, метод прямих Рунге).

1211. Субботин С. А. Построение деревьев решений для случая малоинформативных признаков / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – С. 122-131.

Актуальность. Рассмотрена задача автоматизации построения деревьев решений. Объектом исследования являются деревья решений. Предметом исследования являются методы построения деревьев решений.

Цель. Цель работы - создание метода построения моделей на основе деревьев решений для выборок данных, характеризующихся наборами индивидуально малоинформативных признаков.

Метод. Предложен метод построения деревьев решений, который для заданной выборки определяет индивидуальную информативность признаков по отношению к выходному признаку, а также оценивает взаимосвязь входных признаков между собой как их индивидуальную информативность попарно по отношению друг к другу, на этапе формирования очередного узла в качестве признака-кандидата выбирает признак, дающий наилучшее разбиение из всего множества признаков, после чего последовательно ищет среди всех еще неотобранных для данного узла признаков такой признак, который индивидуально наиболее тесно связан с отобранным кандидатом, после чего для совокупности отобранных признаков, перебирая поочередно из заданного набора доступные преобразования, определяет качество разбиения для каждого преобразования, выбирает наилучшее преобразование и добавляет его в узел.

Метод стремится при формировании очередного узла выделить группу наиболее тесно взаимосвязанных признаков, преобразование которой в скалярное значение обеспечит наилучшее разбиение подвыборки экземпляров, попавших в данный узел. Это позволяет сократить размер модели и ветвистость дерева, ускорить вычисления при распознавании экземпляров на основе модели, а также повысить обобщающие свойства модели и ее интерпретируемость. Предложенный метод позволяет использовать построенное дерево решений для оценки значимости признаков.

Результаты. Разработанный метод реализован программно и исследован при решении задачи классификации сигналов, представленных набором отсчетов, обладающих индивидуально низкой информативностью.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач диагностирования и автоматической классификации по признакам. Перспективы дальнейших исследований могут заключаться в создании параллельных методов построения деревьев решений на основе предложенного метода, оптимизации его программных реализаций, а также экспериментальном исследовании предложенного метода на более широком комплексе практических задач.

1212. Тарасов В. Н. Исследование систем массового обслуживания с сдвинутыми эрланговскими и экспоненциальными входными распределениями / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – С. 67-76.

Актуальность. В теории массового обслуживания исследования систем $G/G/1$ особо актуальны в связи с тем, что до сих пор не существует решения в конечном виде в общем случае. Рассмотрена задача вывода решения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме для обычных систем с эрланговскими и экспоненциальными входными распределениями и для этих же систем со сдвинутыми вправо распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики системы - среднего времени ожидания требований в очереди для трех видов систем массового обслуживания типа $G/G/1$ с обычными и со сдвинутыми эрланговскими и экспоненциальными входными распределениями.

Метод. Для решения поставленной задачи использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли, который позволяет получить решение для среднего времени ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли играет важную роль в теории систем $G/G/1$. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Впервые получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для трех видов систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди для вышеуказанных систем в замкнутой форме.

Выводы. Введение параметра сдвига во времени в законы распределения входного потока и времени обслуживания для рассматриваемых систем, преобразует их в системы запаздыванием с меньшим временем ожидания. Это связано с тем, что операция сдвига во времени уменьшает величину коэффициентов вариаций интервалов между поступлениями требований и их времени обслуживания, а как известно из теории массового обслуживания, среднее время ожидания требований связано с этими коэффициентами вариаций квадратичной зависимостью. Если система с эрланговскими входными распределениями второго порядка работает только при одном определенном точечном значении коэффициентов вариаций интервалов между поступлениями требований и их времени обслуживания, то эта же система со сдвинутыми распределениями позволяет оперировать с интервальными значениями коэффициентов вариаций, что расширяет область применения этих систем. Аналогично обстоит дело и со сдвинутыми экспоненциальными распределениями. Кроме того, сдвинутое экспоненциальное распределение содержит два параметра и позволяет аппроксимировать произвольные законы распределения с использованием двух первых моментов. Такой подход позволяет рассчитать среднее время ожидания для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика. Все остальные характеристики систем являются производными от времени ожидания.

Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемых систем позволяет получить решение в замкнутой форме и эти полученные решения публикуются впервые.

1213. A model and training algorithm of small-sized object detection system for a compact aerial drone / V. V. Moskalenko, A. S. Moskalenko, A. G. Korobov, M. O. Zaretsky
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 110-121.

Context. Lightweight model and effective training method of on-board object detection system for a compact drone are developed. The object of research is the process of small object detection on aerial images under computational resource constraint and uncertainty caused by small amount of labeled training data. The subject of the research are the model and training method for detecting small objects on aerial imagery.

Objective. Goal of the research is developing efficient model and training method of object detection system for a compact aerial drone under conditions of restricted computing resources and the limited volume of the labeled training set.

Methods. The four-stage training method of the object detector is proposed. At the first stage, selecting the type of deep convolutional neural network and the number of low-level layers that is pre-trained on the ImageNet dataset for reusing takes place. The second stage involves unsupervised training of high-level convolutional sparse coding layers using modification of growing neural gas to automatically determine the required number of neurons and provide optimal distributions of the neurons over the data. Its application makes it possible to utilize the unlabeled training datasets for the adaptation of the high-level feature description to the domain application area. At the third stage, there are reduction of output feature map using principal component analysis and building of decision rules. In this case, output feature map is formed by concatenation of feature maps from different level of deep network using upscaling upper maps to uniform shape for each channel. This approach provides more contextual information for efficient recognition of small objects on aerial images. In order to build classifier of output feature map pixels is proposed to use boosted information-extreme learning. Besides that, the extreme learning machine is used to build of regression model for predict bounding box of detected object. Last stage involves fine-tuning of high-level layers of deep network using simulated annealing metaheuristic algorithm in order to approximating the global optimum of complex criterion of training efficiency of detection model.

Results. The results obtained on open datasets testify to the suitability of the model and training method for practical usage. The proposed training method utilize 500 unlabeled and 200 labeled training samples to provide 96% correctly detection of objects on the images of the test dataset.

Conclusions. Scientific novelty of the paper is a new model and training method for object detection, which enable to achieve high confidence of recognition of small objects on aerial images under computational resource constraint and limited volume of the labeled training set. Practical significance of the paper results consists in the developed model and training method made it possible to reduce requirements for size of labeled training set and computation resources of on-board detection system of aerial drone in training and inference modes.

1214. Artiukh A. V. Numerical analysis of slow steady and unsteady viscous flow by means of R-functions method / A. V. Artiukh, S. N. Lamtyugova, M. V. Sidorov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 29-39.

Context. This article is devoted to the linear problem of the steady and unsteady flows of a viscous incompressible fluid.

Objective. The purpose of this paper is to compare the previously developed methods of numerical analysis of the steady and unsteady flows of a viscous incompressible fluid.

Method. The flow of a viscous incompressible fluid can be described by the system of nonlinear Navier-Stokes equations. The variables of this system are velocity, pressure, density, volume forces, and fluid viscosity. Using the stream function, the Navier-Stokes equations can be transformed to the initial-boundary problem with the differential equation of the fourth order. To solve the problem the structural variational method of R-functions and Ritz method (steady problem) or Galerkin method (unsteady problem) are used. The R-functions method allows satisfying the boundary conditions accurately and transforming them to the homogeneous, which are the prerequisite for application of Ritz or Galerkin method. The problem transforms to the solving the system of linear algebraic equations or the system of ordinary differential equations for steady and unsteady flows respectively. The matrices elements are the scalar products in the norms of the corresponding differential operators. Numerical integration was made by means of Gaussian quadrature's with 16 points. Solutions of the system of linear algebraic equations and the system of ordinary differential equations were found with the help of the Gauss method and the Runge-Kutta method with an automatic step-size control respectively. The existence of a unique solution of the problems is proved.

Results. The computational experiments for the problem of flows of a viscous incompressible fluid for the different rectangular domains carried out.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed that the stream function, the flow velocity, and other flow characteristics are converging to the steady state when the time is increasing. This allows us to say that the obtained methods work as expected. The further research may be devoted to the comparison of the solution methods for the non-linear problems.

1215. Babichev S. Implementation of DBSCAN clustering algorithm within the framework of the objective clustering inductive technology based on R and KNIME tools / S. Babichev, S. Vyshemyrska, V. Lytvynenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 77-88.

Context. The problem of the data clustering within the framework of the objective clustering inductive technology is considered. Practical implementation of the obtained hybrid model based on the complex use of R and KNIME tools is performed. The object of the study is the hybrid model of the data clustering based on the complex use of both DBSCAN clustering algorithm and the objective clustering inductive technology.

Objective. The aim of the work is the creation of the hybrid model of the objective clustering based on DBSCAN clustering algorithm and its practical implementation on the basis of the complex use of both R and KNIME tools.

Method. The inductive methods of complex systems modelling have been used as the basis to determine the optimal parameters of DBSCAN clustering algorithm within the framework of the objective clustering inductive technology. The practical implementation of this technology involves: the use of two equal power subsets, which contain the same quantity of pairwise similar objects; calculation of the internal and the external clustering quality criteria; calculation of the complex balance criterion, maximum value of which corresponds to the best clustering in terms of the used criteria. Implementation of this process involves two main stages. Firstly, the optimal values of the EPS parameter were determined at each step within the range of the minPts value changes. The charts of the complex balance criterion versus the EPS value were obtained for each minPts value as the results of this stage implementation. Then, the analysis of the obtained intermediate results was performed in order to determine the optimal solution, which corresponds to both the maximum value of the complex balance criterion on the one side and the aims of the current clustering on the other side.

Results. The developed hybrid model has been implemented based on software KNIME with the use of plugins, which have been written in software R. The efficiency of the model was tasted with the use of the different data: low dimensional data of the computing school of East Finland University; Fisher's iris; gene expression profiles of the patients, which were investigated on lung cancer.

Conclusions. The results of the simulation have shown high efficiency of the proposed method. The studied objects were distributed into clusters correctly in all cases. The proposed method allows us to decrease the reproducibility error, since the solution concerning determination of the clustering algorithm optimal parameters was taken based on both the clustering results obtained on equal power subsets separately and the difference of the clustering results obtained on the two equal power subsets.

1216. Bisikalo O. V. Modeling the security policy of the information system for critical use / O. V. Bisikalo, V. V. Kovtun, M. S. Yukhimchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 132-149.

Context. Compared to universal information systems, the information system for critical use has a simplified structure of the information environment and specific requirements regarding the volumes and nature of information resources. This fact allows us to refuse excessive detail and to narrow the simulation object to the process of forming a security policy for an information system for critical use, an adequate problem description of which is achievable under the condition of a rational choice of the mathematical apparatus.

Objective. Synthesis of mathematical apparatus for the complex unified description of static and dynamic, controlled by integrity and authenticity, processes in the information system for critical use in its hierarchical representation.

Method. In the article new complex mathematical models of processes of information processing and access separation to it are obtained, which, in contrast to the existing ones, describe in the framework of the mathematical apparatus of E-networks mechanisms for protecting the environment and resources of the information system for critical use and allow to quantify the integrity of its information resources. The mathematical models of the synthesis of the policy of safe information processes interaction in the information system for critical use are developed, which allow guaranteeing the observance of local security policies on the various structural elements of the system and integrating them into the global security policy, observing a single discretionary policy everywhere in the system.

Results. The practical consequence of the obtained theoretical results is the methods of optimizing the operation of the data processing and the access separation units, which are responsible in the information system for critical use for controlling the information integrity and the authenticity of access to it, respectively. In particular, the model of security policy of a information system for critical use adapted for practical application, a method for dynamically information integrity controlling with a corresponding criterion based on the mathematical apparatus of semi-Markov networks for a comprehensive stochastic description of discrete states of the information integrity control at selected hierarchical levels of the system during the continuous discretionary access. The method allows us to select the maximum allowable values of information integrity control coefficients at the sub-levels of the OSI application level allocated in the information system for critical use based on the pre-set amount of the size of controlled information, the speed of information integrity control and the maximum period of the system is in the appropriate state. Also describes a method for controlling access to information processes that are described by superblocs on the E-network representation of the ISCU using sets of classifiers integrated into each block of the superbloc that capture the fact of exceeding the corresponding thresholds by weighted degrees of identity of the attributes of the object that wants to access, which allows us to classify the identified information threat and initiate the corresponding reaction described in the system security policy. The analysis of the results of the experiments allowed to obtain optimal parameters of groups of classifiers, which, in the framework of global, local and discretionary security policies, prevent the unauthorized access to system information resources or attempts to violate their integrity.

Conclusions. The article presents for the first time the mathematical model of the information system of critical use, in which, unlike the existing ones, a single approach has been introduced to describe information processes within the global, discretionary and local security policies with an attachment to the hierarchical structure of the information system, which allows analysis and synthesis of functions services supporting user roles based on the object-relational model of organization of information resources of the system, to perform their integration, induction and ensure compatibility within a single security policy, to control the information and the authenticity of static and dynamic access to it.

1217. Dadenkov S. A. Analytical model of random multiple access protocol predictive P-persistent CSMA / S. A. Dadenkov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 192-202.

Context. New model and quantification method of probable and time characteristics of information-control network with carrier sense random multiple access protocol and predicting network load of predictive p-persistent CSMA had been created. The object of the research was the process of information exchange in Fieldbus-networks LonWorks, BacNet with the analyzed protocol.

Objective. The aim of the research is to increase the accuracy of quantitative estimates of the characteristics of time and delivery reliability of information messages in the network with the analyzed protocol.

Method. The method of probability theory has been used there to solve the problem of creating a new correct model. The analysis of the functioning principles of the predictive p-persistent CSMA protocol is performed and the parameters influencing its work are set (on the example of the LonTalk stack). A graph of states and transitions of the protocol model describing the principles of transmission of information messages over a network with a software communication medium, considering the allocated significant network and protocol parameters. A method for calculating the graph is offered and new analytical relations are obtained to estimate the main model probabilistic and temporal characteristic: the average delay time of message transmission, the average load of the communication channel, the probability of successful/unsuccessful transmission and data loss in the network.

Results. The developed model and method of quantitative assessment of probabilistic and temporal characteristics of data transmission in a network with multiple access protocol predictive p-persistent CSMA. The results are mostly differ from analogs by correct accounting of sporadic and diverse network load by the node delivery services.

Conclusions. The held experiments have confirmed the work capacity of the proposed mathematical support and allow to recommend it for solving the assessment characteristics problems of information exchange in the design of analyzed networks with given probabilistic and temporal characteristics.

1218. Herasina O. V. Neuro-fuzzy forecasting of non-linear processes of blast furnace production / O. V. Herasina, O. Y. Husiev, V. I. Korniienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 89-97.

Context. Neuro-fuzzy forecasting of the chemical composition of cast iron at the blast furnace output to improve the quality of blast furnace production control is considered.

Objective. The aim of the work is to reduce the errors of forecasting non-linear processes of blast-furnace production.

Method. It was proposed to use neural-fuzzy adaptive filter-approximators for forecasting non-linear processes of blast-furnace production (in the form of: Adaptive neuro-fuzzy inference system, fuzzy algorithm of subtractive clustering and fuzzy C-means clustering algorithm), which realize sequential and step-by-n step integration of current information. To optimize these filters for real processes, their parameters are identified by the accuracy criterion on the training and verification sequences.

Results. As a result of the simulation of neural-fuzzy forecasting of the content of the chemical composition of cast iron at the blast furnace output, it was found that the best accuracy is provided by a fuzzy filter with subtractive clustering with sequential integration of the current data. At the same time, the forecast error is 4.2%, and the time for finding the optimal solutions does not introduce time restrictions on the application of this approach in blast-furnace production. The adequacy of the data was confirmed.

Conclusions. Neural-fuzzy filters allow to increase the accuracy of the forecast of non-linear processes of blast furnace smelting and, due to this, to improve the quality of management of the production of cast iron. Further research should be directed to the development of automatic control systems for non-linear processes of blast-furnace production.

1219. Kotsur D. V. Voronoi-based skeletonization algorithm for segmenting the network of biological neurons / D. V. Kotsur, V. M. Tereshchenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – P. 98-109.

Context. The problem of automated processing and analysis of microscopy image data is of high relevance due to its extreme impact on the research and recent developments in the field of biology and medicine. Efficient image processing algorithms facilitate the development of new medical diagnostic tools and therapy processes. They help us to broaden our knowledge of underlying mechanisms and processes inside living organisms. The primal focus of this paper is the processing of the microscopy images of the biological neural network. This aims to facilitate further studies of biological neural network that would lead to the development of better methods for diagnosis, prevention and cure of the related deceases.

Objective. The goal of the work is to development of an efficient image processing algorithm for segmenting the network of biological neurons based on the fluorescent microscopy image data.

Method. The introduced algorithm for segmenting the network of biological neurons comprises several steps. Firstly, we apply image processing routines, which aim to enhance the quality of the image data and extract the contours of the biological neural network. Then we construct the skeleton of the network applying the Voronoi diagram for line segments extracted from the object's contours. We employ Voronoi skeleton to identify the cellular somas and differentiate them from axons and dendrites.

Results. The developed Voronoi-based algorithm allows us to segment individual neurons, localize their somas, axons and dendrites and extract graph representation of the neural network. The underlying Voronoi diagram data structure allows us to compute such graph efficiently in $O(N \log N)$ operations (where N is a number of contour points). The proposed segmentation method was implemented in the C++/Python programming language and evaluated on the fluorescent images from Cell Image Library (CIL).

Conclusions. The proposed segmentation method aims to facilitate studies of biological neural networks. It computes segmentation of the network of biological neurons in $O(N \log N)$ operations using the Voronoi diagram data structure. This data structure, in turn, gives us an attributed graph representation of the segmented network. Therefore, classical graph processing algorithms can be applied to analyze the neural and compute such network's characteristics as the number of connections between individual neurons, the shortest signal transduction path between two neurons, etc.

1220. Method of the intelligent system construction of automatic control of unmanned aircraft apparatus / R. O. Bieliakov, H. D. Radzivilov, O. D. Fesenko, V. V. Vasylenko, O. G. Tsaturian, A. V. Shyshatskyi, V. P. Romanenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 218-229.

Context. Military conflicts of the late XX - early XXI centuries are characterized by the using of a large number of new weapons, which allowed the warring parties to distance themselves as far as possible from the direct collision with each other. Unmanned aircraft apparatus (UAA) have become one of the latest weapons on the battlefield, which during military conflicts were proven to be more effective than manned planes, in conducting air reconnaissance and other combat tasks, as well as strike at the enemy. One of the ways to increase the efficiency of UAA is to increase the level of technical excellence of their control systems.

Creating new approaches for designing navigation systems for unmanned aerial vehicles particular, based on a free-form inertial navigation system, is an urgent task, as it will allow automatic control of the UAA flight route in the absence of corrective signals from the global satellite navigation system.

Objective. The purpose of this work is to develop a methodology for managing an unmanned aerial apparatus using an intelligent automatic control system. This technique will minimize the error of a free inertial navigation system due to the using of a fuzzy neural network system. The algorithm of the proposed method of constructing the intellectual system of automatic control of UAA navigation system using the fuzzy neural network apparatus in the MatLab 7 software environment was developed. A neural network training was conducted in the Python 3.6 software environment (Jupyter-notebook), as well as testing the UAA model in the robot operational system (ROS) simulator environment for comparison with existing methods.

Method. To achieve this goal, the following methods were used: intelligent systems, the theory of automatic control, pseudo-spectral method; methods based on the genetic algorithm and apparatus of the fuzzy neural network.

Results. The method of constructing the intelligent system of automatic control of an unmanned aerial apparatus for minimizing the error of a free-form inertial navigation system due to the application of the neural network has been developed. The work of the intellectual system of automatic control of the UAA navigational system using the neural network in the MatLab software environment based on the proposed implementation algorithm were tested. The possibility of practical application of the obtained results and comparison with traditional methods were investigated.

Conclusions. The technique of the intelligent automatic control of UAA shows an advantage in comparison with the known methods without correcting signals from the global navigation satellite system.

1221. Methodology of justification the type and evaluation of quality group search of defects in the repair radio-electronic means / V. P. Romanenko, L. N. Sakovich, Y. V. Ryzhov, S. E. Gnatyuk, I. Y. Rozum // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – P. 18-28.

Context. Radio electronic devices are continuously complicated, which complicates the process of restoring their efficiency, when the diagnosis consumes the largest labor costs and time. Therefore, the promising direction of increasing the efficiency of the renewal of modern electronic means is to improve diagnostic support.

Objective. The purpose of the article is to increase the efficiency of diagnostic provision of radio electronic means at the expense of a reasonable choice of the type of group search of defects.

Method. In the work analytical studies of conditional algorithms of diagnosis with the use of graph theory theory, probability theory and the theory of discrete search - a scientific discipline that studies the diagnostic process when restoring the efficiency of complex technical objects with varying degrees of damage through research and optimization of procedures and algorithms for detection of a priori - in unknown number of elements with given properties on the finite structurally-bounded set according to some criterion.

Results. The method of choosing the type of algorithm of group search of defects at given restrictions and assumptions on the criterion of minimum labor costs on the basis of generalization of the graph-analytical model of group search of defects with quantitative estimation of probabilistic, time and cost indicators of the quality of the process of diagnosing radioelectronic devices with different degree of damage, which allows to pre-substantiate the most appropriate algorithm for group defects search for use in the development of diagnostic support for modern radio electronic means.

Conclusions. For the first time, various types of group search of defects with a quantitative estimation of the efficiency of their use depending on the features of radio-electronic means and the conditions for their restoration of efficiency are considered in a complex way.

1222. Modernization of luenberger observer for control system of hermetic compressor electric drive / A. Y. Bukaros, O. A. Onyshchenko, P. N. Montik, V. L. Malyshev, V. N. Bukaros // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 230-237.

Context. The analysis of existing systems of sensorless control of hermetic compressor electric drives is carried out. The main requirements for control systems of automated electric drives of small refrigerating units' hermetic compressors are determined. The topology of the adaptive Luenberger observer, which allows real-time estimation of the current value of the rotational speed and load torque on the shaft of the hermetic compressor electric motor, is proposed.

Objective. The object of the study is the coordinates observer as a part of control system of the hermetic compressor electric drive. The purpose of the work is to develop a mathematical model of the coordinates observer as a part of control system of the hermetic compressor electric drive.

Method. Based on the linearized model of a three-phase induction motor, the Luenberger observer is synthesized by the modal method with the distribution of the roots of the characteristic polynomial according to the standard linear Bessel form.

Results. The characteristic polynomial of the observer is obtained and the coefficients of the Luenberger matrix and the mean geometric root of the characteristic polynomial are calculated. To ensure the necessary accuracy the structure of the observer on the basis of the complete mathematical model of a three-phase induction motor executed in the fixed coordinate system is proposed. In the Matlab/Simulink simulation environment an imitation model of the Luenberger observer, which includes a complete mathematical model of the hermetic compressor electric motor in the fixed coordinate system, is constructed. By means of simulation modeling the work of the projected Luenberger observer is studied using the example of the modernized three-phase induction motor of the domestic refrigerator's hermetic compressor.

Conclusions. The efficiency of the proposed method for identifying the rotational speed and the load torque of the compressor motor by the adaptive observer based on the calculation of the motor's electromagnetic moment from the measured data of the phase voltage and current sensors is confirmed. The error of the researching observer does not exceed 0.5% at the rotation speed and 10% at the load torque. The obtained structure of the adaptive Luenberger observer makes it possible to build closed control systems for the electric drive of a small refrigerating unit's hermetic compressor.

1223. The method of multivariate statistical analysis of the time multivariate critical quality attributes of manufacture process with the data factorization / Y. V. Havrylko, O. A. Kurchenko, I. V. Tereshchenko, A. I. Tereshchenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 167-177.

Context. This paper presents a method for solving the problem of product's quality assurance at the stage of the initial manufacture process design in accordance with the process-analytical technology for the design of modern certified manufacturing - QbD. The method uses the information technologies of multivariate statistical analysis (MSA) to evaluate the influence of time multivariate critical process parameters (CPPs) on the time product critical quality attributes (CQAs). Preparatory transformation of clusters of critical process (manufacture process) parameters into factors of product critical quality attributes was carried out.

Objective. To disclose the method of multivariate statistical analysis for assessing the character and features of the influence of time multivariate critical process parameters on time multivariate critical quality attributes at the design stage of the manufacture process.

Method. The method consistently uses: statistical procedures of exploratory multivariate data analysis; transformation the homogeneous observed values matrices of CPPs and product CQAs into data frame (table) with factorized data; construction the regression trees of multivariate CPPs with a multivariate responses (CQAs). The method is implemented the R language packages software.

Results. Factorized time multivariate CPPs make it possible to use methods of multivariate statistical analysis for evaluating the influence of CPPs factors on the time multivariate CQAs.

Conclusions. This method of statistical analysis, together with statistical multivariate canonical analysis, represents an up-to-date information technology for detailed estimation the influence of time multivariate CPPs objects and some CPPs components on CQAs.

1224. Us S. A. An optimal two-stage allocation of material flows in a transport-logistic system with continuously distributed resource / S. A. Us, L. S. Koriashkina, O. D. Stanina // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 1 (48). – P. 256-270.

Context. The object of the research is a two-stage process of material flows allocation in the transport-logistic system, the structural elements of which are enterprises that collect a resource, is been distributed in a certain territory (centers of the first stage), and the enterprises that consume or process this resource. A mathematical model of such process is a two-stage problem of the optimal partitioning of a continual set with the locating of subset centers under additional constraints presented in the paper.

Objective. The goal of the work is to ensure the reduction of transport costs in the organization of multi-stage production, the raw material resource of which is distributed in some territory, through the development of appropriate mathematical apparatus and software. The urgency of the work is explained by one of the most pronounced tendencies in extracting and processing branches of industry and agriculture, namely, the creation of territorially-distributed multilevel companies that include dozens of large enterprises and carry out a full cycle of production from raw material harvesting with its integrated use and the product manufacturing to its transportation to end consumers.

Method. Mathematical apparatus for two-stage problems of optimal partitioning of sets with additional couplings was developed using the basic concepts of the theory of continuous linear problems of optimal set partitioning, duality theory, and methods for solving linear programming problems of transport type. The research shows that the formulation of a multi-stage transport-logistic problem in a continuous variant (in the form of an infinite-dimensional optimization problem) is expedient when the number of resource suppliers is limited but very large. The application of the developed mathematical apparatus makes it possible to find the optimal solution of the two-stage allocation-distribution problem in an analytic form (the analytic expression includes parameters that are the optimal solution of the auxiliary finite-dimensional optimization problem with a nondifferentiable objective function). The proposed iterative algorithm for solving the formulated problem bases on modification of Shor's r -algorithm and the method of potentials for solving the transport problem.

Results. Developed mathematical models, methods and algorithms for solving continuous multi-stage problems for locating enterprises with a continuously distributed resource can be used to solve a wide class of continuous linear location-allocation problems. The presented methods, algorithms and software allow solving several practical problems connected, for example, with the strategic planning in the production, social and economic fields. The theoretical results obtained are been brought to the level of specific recommendations that can be used by state-owned and private enterprises in solving logistics tasks related to the organization of collection of a certain resource and its delivery to processing points, as well as further transportation of the product received to places of destination.

Conclusions. The results of the computational experiments testify to the correctness of the developed algorithms operation for solving two-stage optimal set partitioning problems with additional couplings. Furthermore, it is confirmed the feasibility of formulating such problems when it is necessary to determine the location of new objects in a given territory, considering the multi-stage raw material resource distribution process. Further research is subject to the theoretical justification of the convergence of the iterative process realized in the proposed algorithm for solving continuous problems of OPS with additional couplings. In future, the development of software to solve such problems with the involvement of GIS-technologies is planned.

1225. Zabolotnyi O. V. Proximate testing method of moisture measurement for substances of dielectric nature / O. V. Zabolotnyi // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 1 (48). – P. 7-17.

Context. Variable chemical composition of the materials under research is a reason for so-called "type uncertainty" appearance, because the result of moisture measurement strongly depends from initial dielectric permittivity (type) of a material, and dielectric permittivity can be significantly different not only for different materials, but for different varieties of the same material. Development of new and modification of existing moisture measurement methods and development of new instrumental and secondary transducers is a problem of current importance for increasing the accuracy of moisture measurement.

Objective. The purpose of this work is reduction the error of moisture measurement for bulk and liquid materials by new methods and means of moisture measurement development.

Methods. A new method of moisture measurement had been developed with two additive, two multiplicative and two complementary testing influences on the sample under research. It foresees getting seven readings of a capacitance that should be plugged into the formula of a testing algorithm to get the moisture value. The method allowed to reduce material's type influence on the result of moisture measurement and to increase accuracy of measurements. To make a new method of moisture measurement proximate, special instrument transducer had been developed. It allows simulation of additive testing influences on the material by using flat conductive plates of a certain thickness, introduced directly into a space between the electrodes.

Results. The main purpose of experiments was to prove the capability of the new method of moisture measurement to work with experimental values of capacitances. New instrument and secondary transducers had been developed for that purposes. Obtained results helped to see that new testing algorithm has good conditionality when working with real values of capacitances with natural random variation.

Conclusions. As a result we could see that maximal absolute error does not overcome 1.3 % of moisture content. It shows that substitution the direct adding of water with metallic plates does not decrease conditionality of calculated moisture value results, obtained using the new method of moisture measurement.

№ 2

1226. Гороховатський В. О. Вивчення статистичних властивостей моделі блочного подання для множини дескрипторів ключових точок зображень / В. О. Гороховатський, С. В. Гадецька, Н. І. Стяглик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 100-107.

Актуальність. Багатовимірною природою оброблюваних даних у сучасних системах комп'ютерного зору потребує нових підходів до побудови результативних просторів ознак, що спрощують опрацювання за рахунок узагальнення наявної інформації. Структурні методи розпізнавання зображень використовують описи візуальних об'єктів у вигляді наборів дескрипторів ключових точок як множини числових векторів високої розмірності. Основним інструментом зниження розмірності виступає представлення даних у вигляді системи їх блоків та статистичне дослідження таких структур даних, яке в аспекті розпізнавання покладене відображати сумарні властивості об'єкта як сукупності його фрагментів. У зв'язку з цим виникає проблема вивчення особливостей прикладного застосування та характеристик моделі блочного подання в аспекті її вживання для визначення релевантності описів та класифікації даних в межах бази еталонних зображень.

Мета роботи. Здійснення статистичного оцінювання значущості прийняття класифікаційних рішень на основі обчислення релевантності описів об'єктів для моделі блочного подання даних дескрипторів ключових точок зображень.

Метод. Запропоновано способи розрізнення описів на основі моделі блочного подання даних дескрипторів ключових точок зображень із використанням критеріїв математичної статистики та інструментарію теорії інформації.

Результати. Головним результатом статті є підтвердження того, що вживання класичних статистичних критеріїв для аналізу емпіричних даних у вигляді структурних описів зображень дає можливість визначити якість побудованого простору ознак, достатню для розрізнення візуальних об'єктів при їх розпізнаванні у системах комп'ютерного зору. Впровадження моделі блочного подання та статистичного аналізу для значень дескрипторів ключових ознак зображень сприяє підвищенню ефективності процесу розпізнавання візуальних об'єктів, що підтверджується покращенням рівня розрізнення при збільшенні розміру фрагменту у побудованій ланцюжковій структурі опису.

Висновки. Застосування різноманіття статистичних критеріїв дало ідентичний висновок про значущість відмінностей емпіричних описів візуальних об'єктів у побудованому просторі ознак, що підкреслює об'єктивність проведеного дослідження. Впроваджена модель блочного подання даних зберігає розрізнявальні властивості структурного опису з ефектом суттєвого покращення швидкодії прийняття класифікаційного рішення.

Наукову новизну дослідження складає удосконалення та статистичне обґрунтування моделей прийняття рішення щодо розпізнавання візуальних об'єктів на основі обчислення релевантності їх описів стосовно еталонів із впровадженням блочного подання дескрипторів ключових точок зображень.

Практична значущість роботи полягає у підтвердженні доцільності введення блочної структури для дескрипторного опису об'єкта як ефективного підходу при вирішенні задачі розпізнавання на прикладах зображень задля впровадження у системах комп'ютерного зору.

1227. Исследование множества планов многофакторных экспериментов с минимальным числом переходов уровней факторов / Н. Д. Кошевой, Е. М. Костенко, А. В. Павлик, И. И. Кошевая, Т. Г. Рожнова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – С. 53-59.

Актуальность. Решена актуальная задача сокращения множества планов многофакторных экспериментов при поиске оптимального по стоимостным затратам.

Цель работы - синтез и исследование множества планов эксперимента с минимальным числом переходов уровней факторов.

Метод. Применение методов планирования эксперимента позволяет сократить стоимостные и временные затраты при исследовании различных технологических процессов, приборов и систем.

Минимизация количества переходов уровней факторов в плане эксперимента, в свою очередь, приводит к уменьшению стоимости (времени) его реализации. Одним из методов уменьшения количества переходов уровней факторов является применение кода Грея при построении плана эксперимента.

Показано, что планы многофакторных экспериментов, построенные с использованием кода Грея, имеют минимальное количество переходов уровней факторов, но не всегда оптимальны по стоимости (времени) реализации эксперимента.

Для синтеза множества планов эксперимента с минимальным числом переходов уровней факторов при поиске оптимального плана по стоимостным (временным) затратам предложен метод, в основе которого лежит генерация вариантов двоичных кодов, анализ их характеристик и выбор последовательностей, отвечающих заданным требованиям. Формирование типовых планов эксперимента осуществляется по методу, в основе которого лежит генерация вариантов построения планов, определение классов эквивалентности относительно заданной группы P преобразований и формирование множества типовых представителей для выделенных классов эквивалентности.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные методы, которое использовано при построении множества планов экспериментов для количества факторов $k=3$ с минимальным числом переходов уровней.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенных методов и реализующего их программного обеспечения, которое позволяет сократить множество планов эксперимента для поиска оптимального. Научную новизну работы представляют методы, которые позволяют синтезировать множество планов многофакторных экспериментов, сокращающих поиск оптимальных по стоимостным (временным) затратам планов. Практическая значимость результатов работы в том, что разработанное программное обеспечение, реализующее предложенные методы, может найти широкое применение при исследовании технологических процессов, приборов и систем, на которых возможна реализация активного эксперимента.

1228. Каминская Ж. К. Метод оценки деятельности оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом газобетонного производства / Ж. К. Каминская, С. Н. Сердюк, Э. М. Кулинич // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 177-188.

Актуальность. Рассмотрена проблема количественной оценки деятельности оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом производства газобетона. Актуальность данной проблемы обуславливается необходимостью учета человеческого фактора при разработке систем данного типа. Объект исследования - эргономическое и инженерно-психологическое обеспечение деятельности оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом газобетонного производства. Предмет исследования - модели, методы и средства повышения эффективности деятельности оператора газобетонного производства.

Цель работы - разработка метода, позволяющего провести эргономическую экспертизу деятельности оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом на основе количественных показателей данной деятельности, полученных в результате имитационного моделирования, а также верификация метода на примере анализа деятельности оператора автоматизированной системы дозирования материалов для изготовления газобетона на ЗАО "Мотор Сич" (г. Запорожье, Украина).

Метод. Предложено решение рассматриваемой проблемы в виде построения имитационной модели процесса функционирования автоматизированной системы приготовления газобетона и взаимодействия оператора с анализируемым вариантом человеко-машинного интерфейса. Оценка деятельности оператора основывается на сравнительном анализе результатов эксперимента с введенной в модель батареей нормативных и предельных показателей, характеризующих деятельность оператора. В имитационной модели человеко-машинная система "оператор-автоматизированная система" представлена в виде системы массового обслуживания.

Результаты. Разработаны метод и программное обеспечение, позволяющие количественно оценить деятельность оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом газобетонного производства.

Выводы. В работе предложен метод количественной оценки деятельности оператора газобетонного производства основанный на стохастической комбинированной модели. Разработанная модель, является дальнейшим развитием комбинированной модели, предложенной авторами ранее. В отличие от комбинированной модели, в стохастической комбинированной модели учтены случайные воздействия на систему "оператор-автоматизированная система" и формализованы действия оператора по устранению этих воздействий. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике при решении задач оценки способов управления технологическим процессом, различных вариантов прототипов человеко-машинного интерфейса с целью их оптимизации для достижения требуемых эффективности и качества деятельности оператора газобетонного производства.

1229. Марценюк В. П. Комп'ютерне моделювання кібер-фізичної імуносенсорної системи на гексагональній решітці з використанням решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням / В. П. Марценюк, А. С. Сверстюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 131-139.

Актуальність. Важливим етапом проектування кібер-фізичних імуносенсорних систем є розробка та дослідження їх математичних та комп'ютерних моделей, побудова яких опиралася б на біологічних припущеннях для отримання відповідних систем диференціальних рівнянь популяційної динаміки. Математичне моделювання дозволило б отримати значення параметрів, які б забезпечили операційну стійкість імуносенсорних систем.

Мета. Метою роботи є розробка математичної та комп'ютерної моделі кібер-фізичної імуносенсорної системи з використанням решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням на гексагональній решітці та дослідження її стійкості.

Метод. В роботі розроблено математичну та комп'ютерну моделі кібер-фізичної імуносенсорної системи на гексагональній решітці. Для моделювання неперервної динаміки використано систему решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням. Для моделювання дискретних подій використано динамічну логіку першого порядку. Описано постійні стани моделі як розв'язки відповідних алгебраїчних систем. Висновок про стійкість робиться на основі аналізу відповідних фазових діаграм, решітчастих зображень та сигналів, отриманих з відповідної комп'ютерної моделі.

Результати. Представлено аналіз результатів чисельного моделювання досліджуваної моделі у вигляді зображення фазових площин, решітчастих зображень ймовірності зв'язків антигенів з антитілами та електричного сигналу з перетворювача, який характеризує кількість флуоресціюючих пікселів.

Висновки. Проведено математичне та комп'ютерне моделювання кібер-фізичної імуносенсорної системи. Встановлено, що її якісна поведінка суттєво залежить від часу імунної відповіді. Висновок про стійкість імуносенсорів може бути зроблено на основі решітчастого зображення пікселів, що флуоресціюють. Електричний сигнал, що моделюється кількістю імунопікселів, які флуоресціюють, є важливим при проектуванні кібер-фізичних імуносенсорних систем та дослідженнях їх стійкості. Граничний цикл або стійкий фокус визначають відповідний вигляд імуносенсорного електричного сигналу. Отримані експериментальні результати дали змогу виконати повний аналіз стійкості моделі імуносенсора з врахуванням запізнення в часі.

1230. Процько І. О. Ефективне обчислення цілочисельного ДКП-II для стиснення зображень / І. О. Процько, Р. Д. Кузьмінський, В. М. Теслюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 151-157.

Актуальність. Забезпечення результативності та багатofункціональності сучасних засобів оброблення візуальної інформації вимагає розробки різноманітних методів ефективного виконання дискретних косинусних перетворень. Відповідно вимог сучасних відео стандартів, забезпечення високої чіткості стисненої візуальної інформації досягається на основі адаптивно блочно-розмірних перетворень, що потребує ефективних обчислювальних схем виконання дискретних косинусних перетворень змінних обсягів.

Мета роботи - створення узагальненої структурної схеми ефективного обчислення цілочисельного дискретного косинусного перетворення на основі циклічних згорток обсягів рівних цілій степені двійки, що забезпечує низьку обчислювальну складність і можливість застосування в системах стиснення візуальної інформації на основі адаптивно блочно-розмірних перетворень.

Метод. Запропоновано використання твірних масивів для ефективного синтезу алгоритмів та структурних схем обчислення цілочисельного дискретного косинусного перетворення на основі циклічних згорток.

Результати. Підсумком дослідження є розроблення узагальненої структурної схеми виконання цілочисельного дискретного косинусного перетворення обсягів рівних цілій степені двійки для систем стиснення візуальної інформації на основі адаптивно блочно-розмірних перетворень.

Висновки. У проведеному дослідженні застосовано підхід приведення базису цілочисельного дискретного косинусного перетворення до набору циклічних зліва підматриць, що дозволяє обчислювати перетворення на основі циклічних згорток. Основна ідея застосування належного математичного апарату полягає у використанні твірних масивів, що містять стислий опис блочно-циклічної структури базису перетворення. На основі одержаного набору циклічних підматриць ядра перетворення розроблено узагальнену структурну схему ефективного виконання цілочисельного дискретного косинусного перетворення коротких обсягів рівних цілій степені двійки. Обчислення відповідного набору циклічних згорток та об'єднання їх результатів за структурною схемою забезпечує виконання адаптивно блочно-розмірних перетворень для систем стиснення візуальної інформації.

1231. Романюков М. Г. Метод розрахунку оптимальності витрат на інформаційну та кібербезпеку / М. Г. Романюков // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 167-176.

Актуальність. Досліджено загальну математичну модель за участю двох протидіючих сторін (нападника та захисника). Встановлено, що досліджувана модель дозволить отримати практичні результати по розрахунку оптимального коефіцієнту витрат на інформаційну та кібербезпеку об'єкту інформаційної діяльності.

Мета роботи. Отримати метод по розрахунку оптимального коефіцієнту витрат на інформаційну та кібербезпеку об'єктів інформаційної діяльності, де циркулює інформація з обмеженим доступом.

Метод. Полягає у розробці ігрової моделі з двома протидіючими сторонами та алгоритму для забезпечення гарантованого результату по показнику витрат від атак зі сторони захисту. При цьому кількість засобів захисту та число атак можуть вимірюватись десятками, а в окремих випадках навіть сотнями. Для вирішення поставленої задачі даним методом використовується критерій оптимальності Вальда із вирішенням задачі булевого програмування, оскільки проектуючи систему захисту, необхідно забезпечити гарантований результат при будь-яких умовах.

Результати. Отримано практичні результати по розрахунку оптимального коефіцієнту витрат на інформаційну та кібербезпеку об'єктів інформаційної діяльності, де циркулює інформація з обмеженим доступом.

Висновки. Таким чином, отриманий метод дозволить отримати практичні результати по розрахунку оптимального коефіцієнту витрат на інформаційну та кібербезпеку об'єктів інформаційної діяльності, де циркулює інформація з обмеженим доступом. Важливим є врахування всіх методів та засобів захисту у тому числі методів і засобів соціального інжинірингу, що створюють найнебезпечніший канал витоку інформації з обмеженим доступом. Роботу даного методу було підтверджено експериментально на прикладі загроз соціального інжинірингу та побудовано відповідні графіки залежностей як упереджених так і не упереджених збитків від даного виду атак.

1232. Суліма С. В. Метод формування слайсів мультсервісної базової мережі мобільного зв'язку / С. В. Суліма // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 7-14.

Актуальність. Зі зростанням об'єму трафіку мобільних даних та числа сервісів, які надаються мобільною мережею, зростають і потоки службового навантаження, що викликає потребу у зміні принципів, моделей та методів організації обслуговування телекомунікаційних потоків з метою забезпечення заданої якості надання широкого кола послуг гнучким та економічно ефективним способом. Переваг масштабованості та еластичності з підтримкою високого показника коефіцієнта використання технічних ресурсів мережі можна досягти з використанням технологій віртуалізації та концепції мережевого слайсингу, що дозволяє розгортати виділені мережі на основі сервісів, застосовуючи методи віртуалізації мережесих функцій. У цьому контексті основним залишається питання, яка кількість мережесих слайсів буде доцільною з точки зору затрат на керування слайсами і забезпечення потрібної функціональності.

Мета. Підвищення ефективності роботи мобільної мережі за допомогою оптимального формування слайсів мультсервісної мережі зв'язку.

Метод. Аналіз публікацій, присвячених віртуалізації мережесих функцій, дав змогу виявити підхід до організації використання ресурсів мультисервісної мобільної мережі, а також показав недостатню ефективність існуючих рішень щодо важливих питань цього процесу (продуктивності алгоритму формування слайсів, рівня функціональних витрат).

Результати. Пропонується метод моделювання системи розподілу ресурсів мережі, що передбачає формування мережесих виділених слайсів, які обслуговують визначені види сервісів незалежно на спільній інфраструктурі.

Висновки. У статті вирішено завдання побудови методу формування слайсів мультсервісної базової мережі мобільного зв'язку, який завдяки ефективному динамічному налаштуванню конфігурації роботи системи, дозволяє забезпечити надання широкого кола сервісів з заданими показниками якості. Побудовано модель системи організації ресурсів, за допомогою якої представлено метод, який враховує витрати, пов'язані з надмірним виділенням ресурсів, а також зменшує кількість перерахунків конфігурації мережі, що дозволяє досягати раціонального співвідношення затрат на управління та підсумкового значення якості обслуговування.

1233. Тарасов В. Н. Анализ двух систем массового обслуживания HE2/M/1 с обычными и сдвинутыми входными распределениями / В. Н. Тарасов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 71-79.

Актуальность. В теории массового обслуживания исследования систем G/M/1 и G/G/1 актуальны в связи с тем, что до сих пор не существует решения в конечном виде для общего случая при произвольных законах распределений входного потока и времени обслуживания. Рассмотрена задача вывода решения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме для двух систем с обычными и со сдвинутыми гиперэрланговскими и экспоненциальными входными распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики системы - среднего времени ожидания требований в очереди для двух систем массового обслуживания типа G/M/1 и G/G/1 с обычными и со сдвинутыми гиперэрланговскими и экспоненциальными входными распределениями.

Метод. Для решения поставленной задачи использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Данный метод позволяет получить решение для среднего времени ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли играет важную роль в теории систем G/G/1. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Впервые получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для двух систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме.

Выводы. Получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемых систем и с их помощью выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди для этих систем в замкнутой форме. Эти выражения расширяют и дополняют известные формулы теории массового обслуживания для среднего времени ожидания для систем G/M/1 и G/G/1 с произвольными законами распределений входного потока и времени обслуживания. Такой подход позволяет рассчитать среднее время ожидания для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика. Все остальные характеристики систем являются производными от времени ожидания.

Кроме среднего времени ожидания, такой подход дает возможность определить и моменты высших порядков времени ожидания. Учитывая тот факт, что вариация задержки пакетов (джиттер) в телекоммуникациях определяется как разброс времени ожидания от его среднего значения, то джиттер можно будет определить через дисперсию времени ожидания.

1234. Тонкошкур А. С. Моделирование ограничения тока в фотоэлектрических системах солнечных батарей с использованием самовосстанавливающихся предохранителей "Polyswitch" / А. С. Тонкошкур, Л. В. Накашидзе // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 15-22.

Актуальность. Решение задачи повышения надежности солнечных батарей, включая устранение нештатных (пожароопасных) ситуаций на основе разработки методов и средств предотвращения токовых перегрузок в их фотоэлектрических системах.

Цель. Изучение перспективы минимизации токовых перегрузок в фотоэлектрических системах солнечных батарей путем применения недорогостоящих элементов функциональной электроники, в частности, относительно новых и, получивших широкое распространение, самовосстанавливающихся предохранителей типа "Polyswitch".

Метод. Предложено схемное решение и методом моделирования обоснованы возможности использования предохранителей типа Polyswitch для предотвращения и минимизации токовых перегрузок в фотоэлектрических системах солнечных батарей.

Результаты. Проанализировано влияние величины сопротивления в проводящем состоянии и тока срабатывания предохранителей на вольтамперные и вольт-ваттные характеристики параллельных соединений фотоэлектрических преобразователей и их модулей.

Выводы. Показано, что эффективное ограничение тока при наличии короткого замыкания при таком соединении фотоэлектрических компонент может быть реализовано при выполнении следующих условий:

- сопротивление предохранителя в проводящем состоянии значительно меньше параллельного соединения последовательных сопротивлений фотоэлектрических компонент;*
- ток срабатывания предохранителя должен быть больше тока короткого замыкания отдельного фотоэлектрического компонента и меньше тока их параллельного соединения.*

1235. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations / P. S. Nosov, A. P. Ben, A. F. Safonova, I. V. Palamarchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 140-150.

Context. The problem of identifying the manifestation of the human factor in the context of utility in maritime transport during emergency situations is considered. The aim of the study is to increase safety in maritime transport by identifying positive and negative human factors, as well as analyzing the behavioral reactions affecting the vessel's passage parameters.

Objective. The aim of the work is to determine the approaches and the construction of software tools to identify periods of manifestation of the human factor of the navigators during abnormal situations.

Method. The study identified the types of manifestations of the human factor in the form of intuitive (illogical) behavior of the navigator. The dependence of intuitive behavior, as a reaction, on exceeding the detection threshold of perception of service information, is given. It was determined that the distribution of information load among members of the navigation watch will significantly reduce the detection threshold of the navigator at the time of making management decisions.

It was established that the detection step is to determine the balance of information effects on the navigator and his individual polar reactions. The cycle of updating the navigator model is determined by analyzing his individual behavior model of previous intellectual activity. A formal description of the space of alternatives and reactions of the navigator in the form of polar groups at the moment of vessel management is proposed. Software has been developed that allows the analysis of the vessel's passage trajectory for collision detection and the identification of periods of occurrence of the detection threshold of the navigator.

Analysis of the trajectories made it possible to conclude that before the collision the navigator was in active/passive polar states of action, which directly proportional to the speed of the vessel, which confirms the main hypothesis of the study. As a mathematical tool for solving the problem of classifying individual reactions of the navigator, the factor analysis and a training sample are offered - more than nine typical situations, which make it possible to adequately determine polar reactions according to the principle of utility.

Results. In order to confirm the adequacy of the proposed formal-logical approaches, an experiment was conducted using the Trainer Professional 5000 navigation simulator (NTPRO 5000). The results of the experiment, as well as the developed software, made it possible to identify the time periods of the negative human factor manifestation of the navigator caused by the information overload and to determine its individual stimulus factors. At the same time, the moment of occurrence of an extraordinary situation was determined by analyzing the passage trajectory of the vessel by means of processing log files by passing the Bosphorus strait location.

In addition, an algorithm was developed for the formation of the navigator's model and its updating on the basis of individual periods of the negative manifestation of the human factor. The features of the occurrence of informational imbalance between members of the navigation watch in the event of an emergency situation and features of its identification during the passage of the vessel are considered. The obtained results will allow at a qualitatively new level to approach the analysis of the problem of the influence of human factor on the adequate managerial decisions of the navigator.

Conclusions. The proposed formal approaches and the developed software will allow identifying the transition from the controlled adequate state of the navigator to the uncontrolled state with intuiti.

1236. Gorev V. N. Polynomial solutions for the Kolmogorov-Wiener filter weight function for fractal processes / V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 44-52.

Context. We consider a Kolmogorov-Wiener filter for fractal random processes, which, for example, may take place in modern information-telecommunication systems and in control of complex technological processes. The weight function of the considered filter may be applied to data forecast in the corresponding systems.

Objective. As is known, in the continuous case the Kolmogorov-Wiener filter weight function obeys the Fredholm integral equation of the first kind. The aim of the work is to obtain the Kolmogorov-Wiener filter weight function as an approximate solution of the corresponding integral equation.

Method. The truncated orthogonal polynomial expansion method for approximate solution of the Fredholm integral equation of the first kind is used. A set of orthonormal polynomials is used.

Results. We obtained approximate results for the Kolmogorov-Wiener weight function for fractal processes with a power-law structure function. The weight function is found as an approximate solution of the Fredholm integral equation of the first kind the kernel of which is the correlation function of the corresponding fractal random process. Analytical results for the one-, two-, three-, four- and five-polynomial approximations are obtained. A numerical comparison of the left-hand and right-hand sides of the integral equation for the obtained weight functions is given for different values of the parameters. The corresponding numerical investigation is made up to the 18-polynomial approximation on the basis of the Wolfram Mathematica package. The applicability of the obtained solutions is discussed.

Conclusions. The Kolmogorov-Wiener weight function for fractal processes is obtained approximately in the form of a truncated orthogonal polynomial series. The validity of the obtained weight functions is discussed. The obtained results may be applied to the data forecast in a wide variety of different systems where fractal random processes take place.

1237. Khabarлак K. S. Scoping adversarial attack for improving its quality / K. S. Khabarлак, L. S. Koriashkina // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – С. 108-118.

Context. The subject of this paper is adversarial attacks, their types, reasons for the emergence. A simplified fast and effective logistic regression attack algorithm has been presented. The work's relevance is explained by the fact that neural network's critical vulnerability the so-called adversarial examples is yet to be deeply explored. By exploiting such a mechanism, it is possible to get a deliberate result from it breaking defenses of neural-network-based safety systems.

Objective. The purpose of the work is to develop algorithms for different kinds of attacks of a trained neural network with respect to preliminary the network's weights analysis, to estimate attacked image quality loss, to perform a comparison of the developed algorithms and other adversarial attacks of a similar type.

Method. A fast and fairly efficient attack algorithm that can use either whole image or its certain regions is presented. Using the SSIM image structural similarity metric, an analysis of the algorithm and its modifications was carried out, as well as a comparison with previous methods using gradient for the attack.

Results. Simplified targeted and non-targeted attack algorithms have been built for a single-layer neural network trained to perform handwritten digit classification on the MNIST dataset. A visual and semantic interpretation of weights as pixel "importance" for recognizing an image as one class or another is given. Based on structural image similarity index SSIM an image quality loss analysis has been performed for images attacked by the proposed algorithms on the whole test dataset. Such an analysis has revealed the classes the most vulnerable to an adversarial attack as well as images, whose class can be changed by adding noise imperceptible by a human being.

Adversarial examples built with the developed algorithm has been transferred to a 5-layered network of an unknown architecture. In many cases images that were difficult to attack for the original network have seen a higher transfer rates, then the ones needed only minor image changes.

Conclusions. Adversarial examples built upon the adversarial attack scoping idea and the methodic of the input data analysis can be easily generalized to other image recognition problems which makes it applicable to a wide range of practical tasks. This way, another way of analyzing neural network safety (logistic regression included) against input data attacks is presented.

1238. Khodakov V. Y. Trainer and trainees modeling based on complex information approach to improvement of training information technologies and systems / V. Y. Khodakov, A. Y. Sokolov, G. V. Veselovskaya // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 119-130.

Context. The problem in substantiation for methods on constructing models of trainer and trainees, taking into account the peculiarities of their information activity, is considered. The object for the study were the models of trainer and trainees as participants in information interaction.

Objective. The goal for the work is the solving of the tasks in conceptualization and formalization, aimed at modeling the trainer's subsystem in the framework of information technology for instruction, as well as modeling information flows and information procedures in the model of the trainee's subsystem.

Method. The key components of learning systems and processes are the trainer and trainees. The essential features of information interaction between the instructor and trainees are highlighted. The basis is the concept of the information flow, the specific properties of information flows that are characteristic of learning processes and important for their successful progress are identified. Methods for modeling the key components of the training system as an information system are proposed, such as: the trainer's subsystem, considered from the point of view of the application for learning information technologies; a subsystem of the trainee, represented from the perspective of the use for information flows and information procedures.

Results. The proposed models were implemented programmatically and studied practically in the learning processes as a result of working out the modeling tasks for the trainer and trainees as participants in information interaction.

Conclusions. The conducted experiment confirmed the effectiveness and validity of the concepts and formalisms, the appropriateness for their implementation in information systems, processes and technologies of teaching with the purpose of increasing the processes efficiency on obtaining and practical implementation of information activity models for the trainer and trainees. Further development of research implies the consideration for a wider range of the information activity aspects on the educator and trainees, as well as the corresponding experimental approbations.

1239. Linearization of object model with vector control / Y. V. Kulanina, D. S. Yarymbash, M. I. Kotsur, S. T. Yarymbash // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – P. 189-201.

Context. A sufficient number of ways to implement vector control algorithms are very complex and, in most cases tend to mismatch the vector of the resulting parameters of the control object. Therefore, there is a need to simplify complex non-linear vector control systems and apply linear dynamic models of a non-linear object with vector control for them. Currently, for a complex vector control system, there are no sufficiently accurate equivalent simple models. Development of reliable simple dynamic models will allow to design a vector control system with maximum use of linear methods of synthesis and analysis.

Objective. The goal of the paper is development of linear dynamic model of a non-linear object with vector control, which reproduces its dynamics accurately enough for practice.

Method. The following methods were used to solve the problems posed: the state space method for describing the operation of control systems; filtering theory, in particular, observers for estimation state vectors, uncertainties, and parameter identification; modal control methods for the synthesis of observers and regulators; numerical simulation method to illustrate the performance of synthesized control systems; vector control of a nonlinear object.

Results. For the investigated robust vector control system of the object with a substantial non-linearity of properties and characteristics, simple linear equivalent mathematical models were compiled, rather accurately reproducing the operation of the original system in all modes of operation. Simplification of mathematical models is achieved by considering the dynamics of the entire system in a synchronous basis, robust methods for controlling parameters, and by neglecting really small errors in the work of regulators and observers. The synthesized models, as well as the original nonlinear system, have the property of robustness due to the use of combined control.

Conclusions. The simplicity and linearity of the equivalent system allows us to synthesize the control laws of the original nonlinear system by well-developed linear methods with significantly less time spent on modeling. Numerical simulation of the dynamics of the original nonlinear and equivalent linear systems showed a good agreement between transient and stationary processes.

1240. Melnyk K. V. Improving the quality of credit activity by using scoring model / K. V. Мелпук, N. V. Borysova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 2 (49). – P. 60-70.

Context. The problem of credit assessment of a client is considered. It is a simultaneous processing of lender's data of different nature with further definition of the credit rating. The object of this study was the process of lending to individuals by credit institutions.

Objective. The purpose of the work is to study the process of improving the quality of lending through the development and use of a scorecard model.

Method. An analytical review of the domain area was conducted. A business process model for assessing clients' creditworthiness in the form of an IDEF0 diagram is developed. Dedicated groups of indicators characterizing a potential lender from different directions. Selected sets of values for each indicator of credit separately. The methods of solving the problem of clients' creditworthiness are analyzed. Selected Bayesian naive classifier as a method for solving the problem of classification of potential lenders. The existing information systems for assessing the creditworthiness of clients are analyzed. A scoring model for assessing credit ratings by the client in the form of an algorithm is developed. The list of functional requirements of the information system, which is presented in the form of a use case diagram is determined. Three-level architecture for the information system is proposed. A database model has been developed to preserve customer information. An information system was developed for determining the credit rating of a client based on the developed scoring model. Numerous studies have been conducted to determine the class of a potential creditor. The process of determining the quality of credit activity is analyzed. Quality indicators for assessing the creditworthiness of clients are selected. The method of calculating the quality of credit activity is offered.

Results. The scoring model was developed, which was used in solving the credit assessment of clients through the help of the proposed information system. The process of improving the quality of credit rating is investigated.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the proposed scoring model and allow recommending it for use in practice for assessment process of client creditworthiness. Scientific novelty is to improve the process of credit activity by automating the use of naive Bayes classifier, which reduces the human factor in decision-making.

1241. Optimization method based on the synthesis of clonal selection and annealing simulation algorithms / O. O. Grygor, E. E. Fedorov, T. Y. Utkina, A. G. Lukashenko, K. S. Rudakov, D. A. Harder, V. M. Lukashenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 90-99.

Context. The problem of increasing the efficiency of optimization methods by synthesizing metaheuristics is considered. The object of the research is the process of finding a solution to optimization problems.

Objective. The goal of the work is to increase the efficiency of searching for a quasi-optimal solution at the expense of a metaheuristic method based on the synthesis of clonal selection and annealing simulation algorithms.

Method. The proposed optimization method improves the clonal selection algorithm by dynamically changing based on the annealing simulation algorithm of the mutation step, the mutation probability, the number of potential solutions to be replaced. This reduces the risk of hitting the local optimum through extensive exploration of the search space at the initial iterations and guarantees convergence due to the focus of the search at the final iterations. The proposed optimization method makes it possible to find a conditional minimum through a dynamic penalty function, the value of which increases with increasing iteration number. The proposed optimization method admits non-binary potential solutions in the mutation operator by using the standard normal distribution instead of the uniform distribution.

Results. The proposed optimization method was programmatically implemented using the CUDA parallel processing technology and studied for the problem of finding the conditional minimum of a function, the optimal separation problem of a discrete set, the traveling salesman problem, the backpack problem on their corresponding problem-oriented databases. The results obtained allowed to investigate the dependence of the parameter values on the probability of mutation.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the performance of the proposed method and allow us to recommend it for use in practice in solving optimization problems. Prospects for further research are to create intelligent parallel and distributed computer systems for general and special purposes, which use the proposed method for problems of numerical and combinatorial optimization, machine learning and pattern recognition, forecast.

1242. Prykhodko N. V. A multiple non-linear regression model to estimate the agile testing efforts for small Web projects / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 158-166.

Context. Software testing effort estimation is one of the important problems in software development and software testing life cycle. The object of the study is the process of estimating the agile testing efforts for small Web projects. The subject of the study is the multiple regression models for estimating the agile testing efforts for small Web projects.

Objective. The goal of the work is the creation of the multiple non-linear regression model for estimating the agile testing efforts for small Web projects on the basis of the Johnson multivariate normalizing transformation.

Method. The model, confidence and prediction intervals of multiple non-linear regression for estimating the agile testing efforts for small Web projects are constructed on the basis of the Johnson multivariate normalizing transformation for non-Gaussian data with the help of appropriate techniques. The techniques based on the multiple non-linear regression analysis using the multivariate normalizing transformations to build the models, equations, confidence and prediction intervals of multiple non-linear regressions are used. The techniques allow to take into account the correlation between random variables in the case of normalization of multivariate non-Gaussian data. In general, this leads to a reduction of the mean magnitude of relative error, the widths of the confidence and prediction intervals in comparison with the linear models and nonlinear models constructed using univariate normalizing transformations.

Results. Comparison of the constructed model with the linear model and non-linear regression models based on the decimal logarithm and the Johnson univariate transformation has been performed.

Conclusions. The multiple non-linear regression model to estimate the agile testing efforts for small Web projects is firstly constructed on the basis of the Johnson multivariate transformation for family. This model, in comparison with other regression models (both linear and non-linear), has a smaller value of the mean magnitude of relative error, smaller widths of the confidence and prediction intervals. The prospects for further research may include the application of other multivariate normalizing transformations and data sets to construct the multiple non-linear regression model for estimating the agile testing efforts for small Web projects.

1243. Tymoshchuk O. L. A combined approach to modeling nonstationary heteroscedastic processes / O. L. Tymoshchuk, V. H. Huskova, P. I. Bidyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 80-89.

Context. Nonlinear nonstationary processes are observed today in various fields of studies: economy, finances, ecology, demography etc. Very often special approaches are required for model development and forecasts estimation for the processes mentioned. The modeling methodologies have to take into consideration possible uncertainties that are encountered during data processing and model structure and parameter estimation.

Objective. To develop a modified methodology for constructing models for nonlinear processes that allows for achieving high quality of forecasts. More specifically heteroscedastic processes are considered that create a wide class of nonlinear nonstationary processes and are considered in many areas of research.

Method. To reach the aim of the study mentioned the following methods are used: systemic approach to model building and forecasting, modified methodology for modeling nonlinear processes, methods for identification and taking into consideration possible uncertainties. To cope with the structural uncertainties following techniques: refinement of model order applying recurrent adaptive approach to modeling and automatic search for the "best" structure using complex statistical criteria; adaptive estimation of input delay time, and the type of data distribution with its parameters; describing detected nonlinearities with alternative analytical forms with subsequent estimation of the forecasts generated.

Results. The proposed modified methodology for modeling nonlinear nonstationary processes, adaptation scheme for model building, new model structures proposed. As a result of performing computational experiments, it was found that nonlinear models constructed provide a possibility for computing high quality forecasts for the process under study and their variance.

Conclusions. Application of the modeling methodology proposed provides a possibility for structural and parametric adaptation of the models constructed with statistical data. The models developed exhibit acceptable adequacy and quality of short-term forecasting.

1244. Tyurin S. F. Investigation of a hybrid redundancy in the fault-tolerant systems / S. F. Tyurin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 23-33.

Context. Structural redundancy is one of the main ways to create highly reliable devices and systems for critical applications. The object of the study was hybrid redundancy in the Fault-Tolerant Systems, for example in aerospace hardware exposed to radiation.

Objective. The goal of the work is the calculation of the complexity and probability of failure-free operation of digital circuits with hybrid redundancy combining tripling, deep tripling, and quadding. The comparison shows that tripling is not always better than a circuit without redundancy over a sufficiently large time interval. Good results are obtained by tripling with three majority voters and deep tripling, but the latter significantly increases the time delay of the signal. The greatest gain in reliability provides quadding at the transistors level, but it is not always possible due to the restrictions of Mead-Conway, in addition, the delay at least is doubled. The article describes proposed method of the combined redundancy taking into account the necessary hardware costs and time delay.

Method. Determining the complexity in the units of the conditional number of transistors and maximum signal path from the input to the output in the number of transistors, as well as using the Weibull distribution to estimate the probability of failure-free operation. Simulation of proposed hybrid redundancy in the system NI Multisim by National Instruments Electronics Workbench Group. The failure-free operation probability estimation in the computer mathematics system MathCad.

Results. Expressions are obtained for the estimates of complexity, time delay and probability of failure-free operation of redundant digital circuits; curves are built in the Mathcad. Simulation confirms the performance of the proposed redundancy options.

Conclusions. The conducted studies allowed us to establish the effectiveness of hybrid redundancy to improve the reliability and the radiation resistance of the digital circuits.

1245. Unified basic software and hardware complex for precision energy-saving systems of automatic regulation and control / G. I. Kaniuk, A. Y. Mezeria, V. N. Kniazieva, T. N. Fursova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 202-209.

Context. Methods for the synthesis of precision electro-hydraulic control systems using the principle of multiplication are proposed. Use of the principle of multiplication allows to create compact control systems of technological objects, having high rates of precision and operation speed.

The problem of creating the unified basic software and hardware complex for precision automatic control systems and control of an optional technological object is considered.

On the basis of effective methods of the modern theory of optimal control, control algorithms have been developed that provide maximum compensation for all types of statistical and dynamic control errors.

Objective. The urgency of the work is due to the need to improve the precision of control systems of technological objects and the development of software and hardware complex for these systems.

Method. We have used the methods of optimal control, methods of structural synthesis. To confirm the validity of the developed models and principles, the method of experimental studies based on the operating equipment of test benches was used. To debug an experimental model of a basic software and hardware complex for testing the plain bearings of internal combustion engines, mathematical simulation of an electro-hydraulic drive was used. For the synthesis of a precision controller, the multiplication method was used.

Results. A number of standard sizes of high-speed precision EHSS based on part-turn hydraulic motors with a torque moment of up to 40 kNm were developed, providing reproduction in the tracking mode of specified input effects with a bandwidth of up to 20 Hz, positioning accuracy of up to one angular minute and a control range of up to 104. Based on developed EHSS automated simulation dynamic stands were created and brought to practical use for testing mobile object guidance systems (Customer-Central Research Institute of Chemistry and Mechanics, Moscow) and the semi-axes transmission (Customer-JSC "KAMAZ", Naberezhnye Chelny). Based on the results of the research, a basic software and hardware complex for testing equipment of agricultural, automotive and other industries was created. The high-speed precision regulator for controlling the position of steam turbine actuator valves has been synthesized to compensate for all the main types of static and dynamic errors and more than double the performance compared to the base variant while maintaining acceptable stability margins (the results are used in promising projects of the State Energy Company "Centrenergo", National Nuclear Energy Generating Company "Energoatom", as well as in the Institute of Control Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine).

Conclusions. The practical engineering methods for the synthesis of effective control laws of precision electro-hydraulic systems are proposed, as well as a number of effective regulators providing high characteristics of precision and operation speed. The principle of multiplicative control is proposed which allows to synthesize effective control algorithms for individual, autonomous, fully controlled and observable electro-hydraulic servo drive circuits based on third-order mathematical models. For selected autonomous control loops, effective control laws are obtained based on modal control methods and solving inverse problems of dynamics.

The proposed synthesis techniques are considered using the harmonic linearization method, the real nonlinear characteristics of the control signal power limitation, which allows determining the real rational ratios of the regulator parameters and real limiting precision and speed indicators, as well as preventing unwanted auto-oscillatory modes in the systems. identification devices, the universal structures and formulas for calculating the parameters of standard models of autonomous control circuits of the EHSS were obtained. The method of autonomous testing and debugging of the EHSS control system using the electronic simulator of electro-hydraulic actuator has been improved which makes it possible to significantly reduce the time and cost involved in creating and engineering development a complex system.

1246. Zhadnov V. V. Method for predicting the durability of electronic equipment / V. V. Zhadnov, V. N. Kulygin, A. N. Zotov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 2 (49). – P. 34-43.

Context. Constant growth of spacecraft operating life requirements leads to creating equipment which fits these requirements. From this point of view, specifically durability prediction allows to evaluate the potential of creating equipment with a long operating life. On early stages of equipment's development analytical methods of durability prediction are used. Obviously, the more precise the estimation is, the more likely that the practical test will confirm the durability predictions. Therefore, improving the engineering techniques of the durability prediction is a relevant problem.

Objective. The objective of this research is to improve the quality of design work by enhancing the engineering techniques of the durability prediction, which raise the authenticity of the evaluations.

Method. Life of the equipment are calculated using the statistical modelling method (Monte-Carlo method). This method takes into consideration probabilistic characteristics of constituent elements' life.

Results. As a result, the problem of predicting operating life of electronic equipment using the reference data on early stages of development is solved. An analysis of standardized method of durability prediction was performed which revealed existing limitations for using this method when predicting operating life of electronic equipment. An alternate, statistical method of predicting operating life of electronic equipment was suggested and a software implementation was created. Developed software was tested and verified. Analytical experiments were performed to show the authenticity of the suggested method and to compare it to the standardized one.

Conclusions. Thus, results of the performed research show that the standardized method is applicable only for calculating the minimum operating time. Also, it was concluded that the truncation parameter of element's life distribution, variation coefficient of life and some specific qualities of dependability prediction scheme have to be taken into consideration when predicting durability of electronic equipment.

№ 3

1247. Жаркова А. В. Разработка метода расчета вторичных признаков заболевания по его первичным симптомам / А. В. Жаркова, В. В. Нагорный // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 64-75.

Актуальность. Решена актуальная задача повышения информативности диагностических признаков (симптомов) обеспечивающая внедрение компьютерных технологий в медицинскую практику для оперативной постановки достоверного диагноза.

Цель работы. Целью исследований явилась разработка метода расчета на основе исходных (первичных) традиционно известных симптомов болезни вторичных, более информативных признаков, достоверно описывающих патологию текущего состояния пациента.

Метод. Современные методы постановки диагноза основываются на сравнении текущих значений симптомов с их нормативными предельно допустимыми значениями. Однако нормы, составленные на основе средне статистических данных, только с определенной долей вероятности относятся к конкретному пациенту. Это является причиной ошибок при постановке диагноза патологии болезни пациента на момент его текущего обследования. В связи с этим на примере кардио заболевания для решения данной проблемы предложено дополнить традиционный метод постановки диагноза расчетом вторичных информативных признаков (индикаторов). При этом процесс постановки диагноза в соответствии с правилами дискриминантного анализа заключается в сопоставлении индикаторов с ограниченным количеством кластеров, описывающих последовательно ухудшающуюся патологию заболевания. Таким образом, удастся заменить множество сочетаний величин анализируемых при постановке диагноза симптомов конечным рядом кластеров, что существенно повышает оперативность постановки диагноза и является необходимым условием компьютеризации самого процесса диагностирования.

Результаты. Рассматриваемый метод успешно прошел апробацию при контроле патологии протекания ишемической болезни сердца трех пациентов, позволив, в частности, ретроспективно спрогнозировать совпавший с фактическим возраст обострения заболевания и дать, подтвержденную клинической практикой, оценку патологии заболевания на каждый из моментов их обследования.

Выводы. Разработан метод повышения информативности традиционно рассматриваемых симптомов заболевания, за счет расчета дополнительных к ним вторичных информативных признаков. Эти признаки, оформленные в виде безразмерных комплексов, учитывают текущий возраст и прогноз возраста пациента на момент обострения его заболевания, нормативное и текущее значение симптома болезни и среднюю продолжительность жизни в зависимости от пола человека. Метод обладает достаточной степенью универсальности и может быть применен для повышения информативности любого набора признаков.

1248. Коляденко Ю. Ю. Анализ характеристик систем цикловой синхронизации с использованием протокола RTP (IEEE1588v2) / Ю. Ю. Коляденко, И. С. Шостко, Д. В. Агеев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 99-107.

Актуальность. В статье приводятся результаты анализа характеристик синхронизации в сетях нового поколения с использованием протокола RTP. Объектом исследования является процесс синхронизации в сетях нового поколения с использованием протокола RTP (IEEE1588v2). Целью данной работы является проведение анализа характеристик синхронизации в сетях нового поколения с использованием протокола RTP.

Метод. Основными причинами, вызывающими сбой цикловой синхронизации являются выход из синхронизма. Это приводит к изменению длительности цикла, так как в цикле появятся, или пропадут один или несколько тактовых интервалов, и искажение символов синхросигнала в результате воздействия помех. При этом важной характеристикой системы синхронизации является среднее время удержания синхронизма. Предложен комплекс характеристик синхронизации в сетях нового поколения с использованием протокола RTP: среднее время удержания циклового синхронизма; среднее время заполнения накопителя по выходу из синхронизма; среднее время заполнения накопителя по входу в синхронизм и среднее время поиска синхрогруппы.

Результаты. Проведен анализ предложенных характеристик синхронизации в сетях нового поколения с использованием протокола RTP. Проведено исследование зависимости среднего времени удержания циклового синхронизма для неадаптивного приемника циклового синхросигнала от вероятности искажения одиночного символа в групповом тракте. Проведено исследование зависимости среднего времени заполнения накопителя по выходу из синхронизма от емкости накопителя по выходу из синхронизма. Проведено исследование зависимости среднего времени заполнения накопителя по входу в синхронизм для неадаптивного приемника циклового синхросигнала от вероятности искажения одиночного символа в групповом тракте. Проведено исследование зависимости среднего времени поиска синхрогруппы для неадаптивного приемника циклового синхросигнала от длины кодовой комбинации синхрогруппы. Проведено исследование зависимости среднего времени поиска синхрогруппы для неадаптивного приемника циклового синхросигнала от количества символов между двумя синхросигналами.

Выводы. Проведенные исследования характеристик синхронизации позволяют дать рекомендации по применению протокола RTP в конкретных практических ситуациях. Перспективы дальнейших исследований могут заключаться в разработке синхронизирующих кодовых слов.

1249. Кряжич О. О. Алгоритм визначення початкової точки при моделюванні за методом можливих напрямків / О. О. Кряжич, О. М. Трофимчук, О. В. Коваленко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 40-46.

Актуальність. Розглянута задача визначення початкової точки при виконанні методу можливих напрямків Дж. Зойтендейка, а саме: випадок, коли така точка може бути довільною або, взагалі, невідомою. Наведене дозволяє визначити подальший напрямок руху таким чином, що при мінімальній кількості точок дослідження отримати максимально точний результат. Рішення представленої задачі відноситься до опису складних поверхонь, які можуть бути представлені яружною функцією. Визначення початкової точки використовується в практиці моделювання розвитку екологічних ризиків при техногенному забрудненні складних пересічених територій.

Мета. Метою даної роботи є вирішення задачі вибору початкової точки при використанні методу можливих напрямків для опису складної поверхні яружною функцією.

Метод. В роботі використано метод Дж. Зойтендейка для вирішення задач чебишовського наближення.

Результати. Представлений алгоритм визначення початкової точки для задачі з лінійними обмеженнями. Наведено підхід для вирішення складних задач представлення яружних функцій з мінімально можливою кількістю ітерацій. Результати математичного моделювання перевірені на практиці опису забрудненої території радіоізотопом водню - тритієм.

Висновки. Запропонований підхід до визначення початкової точки при виконанні розрахунків з використанням методу можливих напрямків Дж. Зойтендейка, який дозволяє обрати точку, побудувати з неї вектор руху з заданим кроком і визначити за напрямком вектору другу точку для побудови наступного кроку. При цьому враховуються обмеження, зокрема - значення у кожній новій точці повинно бути виражене невід'ємним числом. Для наведених нормалізацій є ряд особливостей, які слід враховувати при розрахунках та побудові алгоритмів вирішення прикладних задач за запропонованим підходом. Так, деякі ітерації можуть призвести до більшого обсягу розрахунків та перетворень над кожною з ітерацій, проте кількість ітерацій менше у порівнянні з іншими типами ітерацій. Це залежить від розмірів задачі та кількості обмежень у кожному випадку. Наведене може бути використане при розробці методів, моделей та алгоритмів опису пересічених територій для вирішення задач візуалізації процесу та прогнозування техногенного забруднення.

1250. Левин В. И. Интервальный подход к определению градуировочных характеристик преобразователей информации / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 3 (50). – С. 47-54.

Актуальность. При проектировании различных средств измерения возникает задача построения так называемой градуировочной характеристики измерительного прибора, т.е. количественной зависимости результата измерений от измеряемой величины. Эта характеристика является обратной по отношению к прямой характеристике - зависимости измеряемой величины от результата измерений. Эту задачу решают на основе приближенных данных, получаемых в ходе эксперимента с измерительным прибором. В работе предложен новый метод решения данной задачи, основанный на аппарате интервальной математики.

Цель статьи. Целью работы является разработка полностью формализованного метода построения градуировочной характеристики измерительного прибора по приближенным данным, полученным в эксперименте с этим прибором.

Метод. Предложенный в статье метод заключается в представлении функции прямого преобразования измерительного прибора в виде линейной интервальной функции, определении ее интервальных параметров (коэффициентов) по данным эксперимента и решению получившейся интервальной зависимости между результатом измерения и измеряемой величиной относительно измеряемой величины. Используется оригинальная методика решения интервальных уравнений.

Результат. Получены общие формулы, определяющие аналитически интервальную градуировочную характеристику измерительного прибора на основе данных, полученных в эксперименте с прибором. Выполнен детальный математический анализ этих формул. Установлены общие законы, которым подчиняются прямая и обратная (градуировочная) характеристики измерительного прибора, а также зависимость между прямой и обратной характеристиками (в предположении, что измерительный прибор является линейным преобразователем).

Выводы. Предложен новый подход к построению градуировочных характеристик измерительных приборов, основанный на использовании интервальной математики, для обработки данных экспериментов с приборами. Этот подход, в отличие от существующих, позволяет строить градуировочные характеристики измерительных приборов и анализировать их аналитически.

1251. Пиза Д. М. Повышение эффективности компенсации активной составляющей комбинированной помехи / Д. М. Пиза, С. Н. Романенко, Д. С. Семенов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 7-14.

Актуальность. При одновременном воздействии активной шумовой и пассивной помехи последняя декоррелирует активную составляющую комбинированной помехи, что существенно ограничивает ее компенсацию. Кроме того, при воздействии активной помехи по боковым лепесткам диаграммы направленности при сканировании разнесенной в пространстве антенной системы возникают межканальные задержки помеховых сигналов, что также приводит к ухудшению компенсации.

Цель. Повышение эффективности компенсации активной составляющей комбинированной помехи, действующей по боковым лепесткам диаграммы направленности, при одновременном воздействии пассивной помехи.

Метод. Усовершенствованный алгоритм обработки радиолокационных сигналов с прямым вычислением весового коэффициента адаптивного пространственного фильтра и согласованной фильтрацией сигналов основного и компенсационного каналов. При этом влияние пассивной помехи на процесс адаптации весовых коэффициентов пространственного фильтра устраняется использованием режекторных фильтров.

Результаты. Разработана структурная схема усовершенствованного пространственного фильтра. Создана математическая модель. В процессе имитационного моделирования установлено, что предложенный алгоритм обработки радиолокационных сигналов в секторе боковых лепестков диаграммы направленности антенны [3°-30°] относительно главного луча обеспечил выигрыш в компенсации активной шумовой помехи, который составил от 6,0 до 6,4 дБ по сравнению с известной схемой адаптивного пространственного фильтра.

Выводы. Научная новизна работы состоит в усовершенствовании алгоритма обработки радиолокационных сигналов путем прямого вычисления весового коэффициента пространственного фильтра с использованием режекторных фильтров и согласованной фильтрации сигналов основного и компенсационного каналов.

Практическая новизна состоит в создании структурной схемы и математической модели усовершенствованного адаптивного пространственного фильтра. Результаты имитационного моделирования подтвердили достаточно высокую эффективность предложенного алгоритма обработки радиолокационного сигнала. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании или модернизации РЛС различного назначения.

1252. Процько І. О. Обчислення факторизації числа в мультипоточковому режимі на кристалі / І. О. Процько, О. В. Гришук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 3 (50). – С. 117-122.

Актуальність. Забезпечення високої швидкодії обчислення комп'ютерними системами класичної задачі факторизації цілочисельного значення на прості множники вимагає розробки ефективних алгоритмічних методів з використанням новітніх інформаційних технологій. Швидке обчислення факторизації чисел для забезпечення високої криптостійкості інформаційних даних, для переходу до багатовимірного подання одновимірних послідовностей інформаційних даних та інших застосувань є достатньо затребуваним в багатьох практичних завданнях.

Мета роботи - вдосконалення методу пробних ділень для обчислення факторизації цілочисельного значення з використанням розпаралелення обчислень та ефективного використання обчислювальних ресурсів комп'ютерних систем, що забезпечить швидшеобчислення значень простих множників розкладу.

Метод. Запропоновано використання залишків кожного розряду бінарного представлення числа факторизації з метою перевірки на подільність в підході виконання пробних ділень на прості числа.

Результати. Підсумком дослідження є розроблення програми паралельного виконання факторизації цілочисельного значення в комп'ютерних системах з багатоядерними процесорами.

Висновки. У проведеному дослідженні застосовано метод проведення перевірки на подільність з використанням залишків кожного розряду бінарного представлення числа факторизації, що дозволяє в мультипоточковому режимі виконувати розклад числа на множники. Основна ідея застосування належного математичного апарату полягає у використанні залишків цілого показника степеня числа два від простих чисел. В результаті цього виконується операція накопичення значень залишків, яке перевіряється на рівність з відповідним простим числом та його степенів. Можливість мультипоточної програмної організації факторизації числа забезпечує її паралельне виконання в багатоядерних процесорах комп'ютерних систем.

1253. Рачок Р. В. Методика ефективного розміщення різнотипних елементів складної системи спостереження / Р. В. Рачок, О. В. Боровик, Л. В. Боровик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 123-130.

Актуальність. Важливою передумовою надійної охорони державного кордону України є ефективне виявлення порушників кордону. З цією метою у прикордонному відомстві використовуються різні сучасні системи та комплекси спостереження, окремі прикордонні наряди оснащуються новітніми технічними засобами охорони кордону. Різноманітність можливостей окремих засобів спостереження при їх комплексному використанні робить важливим визначення ефективного розміщення точок спостереження з урахуванням особливостей місцевості.

Мета. Метою роботи є розробка методики ефективного розміщення елементів складних систем спостереження прикордонного відомства.

Метод. У роботі запропонований евристичний підхід до вирішення задачі визначення ефективного розміщення різних за можливостями технічних засобів спостереження. Розроблена методика ґрунтується на циклічному використанні відомого методу комбінаторної оптимізації розміщення точок спостереження для всіх складових складної системи спостереження прикордонного відомства з коригуванням після кожної ітерації смуги перекриття. При цьому з застосуванням геообробки враховується загороджуючий негативний вплив рельєфу місцевості та можливості різних технічних засобів спостереження в різних умовах. Для оцінки ефективності функціонування складових системи спостереження використовується показник, що відображає частку площі смуги перекриття, на якій забезпечується виявлення цілей.

Результати. В результаті використання запропонованої методики отримується раціональна структурна побудова складної системи спостереження органу охорони кордону і множина неконтрольованих точок місцевості. Ця множина може використовуватись при плануванні несення служби підрозділами охорони кордону. Наведений опис алгоритмічної і програмної реалізації запропонованої методики. З використанням розробленого програмного забезпечення проведена оптимізація розміщення трьох типів елементів складної системи спостереження (веж системи оптико-електронного спостереження, мобільних тепловізійних комплексів, постів спостереження).

Висновки. Сучасна побудова складних систем спостереження прикордонного відомства у багатьох випадках не є оптимальною. Для підвищення ефективності їх функціонування можливо використати запропоновану методику розстановки елементів цих систем на місцевості.

1254. Субботин С. А. Методы синтеза моделей количественных зависимостей в базисе деревьев регрессии, реализующих кластер-регрессионную аппроксимацию по прецедентам / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 76-85.

Актуальность. Для принятия решений в технических приложениях, как правило, необходимо обладать моделью, позволяющей прогнозировать состояние управляемого объекта или процесса. Объектом исследования является процесс построения моделей зависимостей по прецедентам. Предметом исследования являются методы построения количественных зависимостей по прецедентам на основе кластер-регрессионной аппроксимации.

Цель работы - упрощение моделей кластер-регрессионной аппроксимации путем косвенной реализации кластер-анализа в процессе построения модели.

Метод. Предложен метод древовидной кластер-регрессионной аппроксимации, который для заданной обучающей выборки строит дерево для иерархической кластеризации экземпляров, листовые узлы которого соответствуют кластерам, для каждого кластера строит частную модель зависимости по экземплярам обучающей выборки, попавшим в кластер, стремясь обеспечить наименьшую сложность модели, и использует набор наиболее информативных признаков наименьшей длины. Это позволяет обеспечить приемлемую точность модели, высокие уровни интерпретируемости и обобщения данных, снизить сложность модели, упростить ее реализацию при последовательной организации вычислений.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенный метод древовидной кластер-регрессионной аппроксимации. Разработанный метод и реализующее его программное обеспечение исследованы при решении практических задач прогнозирования. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность разработанного математического обеспечения и позволяют рекомендовать его для использования на практике.

Выводы. В отличие от традиционных методов построения регрессионных моделей, строящих модель на основе функции, единой для всего признакового пространства формы, предложенный метод формирует иерархическую комбинацию частных моделей. В отличие от известных методов построения деревьев регрессии, листовые узлы которых содержат усредненные значения выходного признака для кластеров, предложенный метод формирует дерево, состоящее из частных моделей для кластеров, что позволяет обеспечить большую точность модели.

1255. Тимченко В. Л. Робастно-оптимальная стабилизация нелинейных динамических систем / В. Л. Тимченко, Д. О. Лебедев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 173-183.

Актуальность. Повышение требований к качеству управления переходными режимами (стабилизацией) разнотипных (механических, электродинамических) динамических систем требует использования инженерных методов оптимального синтеза, позволяющие решать практические задачи стабилизации многомерных нелинейных объектов управления под воздействием возмущений с учетом необходимости физической реализуемости управляющих воздействий.

Цель. Совершенствование методов робастно-оптимальной стабилизации нелинейных динамических систем.

Метод. Применение предложенных робастно-оптимальных систем переменной структуры основано на предварительном формировании оптимальных траекторий для прямых условий оптимальности, определении моментов переключения и синтезе управляющих функций, обеспечивающих заданные переходные траектории стабилизации объектов управления, а также робастной коррекции с учетом неполной информации о физической системе. Механизм построения оптимальных траекторий с расчетом необходимого количества участков с нулевыми значениями соответствующих производных управляемых координат применим для общего случая многомерных нелинейных нестационарных динамических систем. Моменты переключения управлений в цепях обратных связей объекта управления рассчитываются на основе решения системы алгебраических уравнений и для динамических систем шестого порядка включают введение ведущих, субведущих и ведомых управляемых координат. Стабилизация динамической системы на соответствующих заданных отрезках траекторий обеспечивается управляющими воздействиями, рассчитанными на основе выполнения балансирующих режимов для сил и моментов (и их требуемых производных), действующих на объект управления. Робастность динамической системы к неполной определенности объекта и действию неконтролируемых внешних и параметрических возмущений достигается за счет введения корректирующего управления на основе рассогласования текущей и оптимальной траектории стабилизации и реализующего требования минимизации ошибок управления и их производных.

Результаты. Приведены примеры схемотехнической реализации робастно-оптимальных систем переменной структуры и результаты имитационного моделирования для задач максимального быстрогодействия при маневрировании морского судна и минимальных затрат энергии при управлении полетом квадрокоптера.

Выводы. Приведенные результаты демонстрируют корректность применимости общих принципов синтеза для различного вида объектов и эффективность управления в условиях воздействия возмущений.

1256. Фрейман В. И. Исследование характеристик кодов Рида-Соломона для реализации в устройствах систем управления / В. И. Фрейман // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 3 (50). – С. 143-151.

Актуальность. Выполнены исследования характеристик кодов Рида-Соломона для оценки влияния параметров кода и канала связи на достоверность и эффективность передачи информации между устройствами систем управления. Объектом исследования являются избыточные недвоичные коды Рида-Соломона, предмет исследования - теоретические и экспериментальные исследования зависимости характеристик кодов Рида-Соломона от его параметров и свойств среды передачи. Цель работы - анализ соотношений характеристик и параметров кодов Рида-Соломона для их использования в процедурах кодирования и декодирования при программной реализации в устройствах систем управления.

Методы. Использован математический аппарат и теория построения кодов Рида-Соломона. Получены расчетные формулы для оценки достоверности передачи информации кодом Рида-Соломона с учетом искажений символов кода и отдельных бит данных. Исследованы зависимости вероятности правильной передачи от параметров кода и среды распространения сигналов. Получены и исследованы зависимости показателей эффективности (информационной скорости) передачи кодом Рида-Соломона от параметров кода. Выполнено программное моделирование системы управления с выбранным способом помехоустойчивого кодирования. Реализованы процедуры кодирования и декодирования для их адаптации и применения в устройствах систем управления.

Результаты. Получены зависимости показателей достоверности (вероятность правильной передачи) и эффективности (информационная скорость) кодов Рида-Соломона от его параметров (модуль поля Галуа, кратность исправляемых ошибок, степень укорочения кода). Даны рекомендации по использованию полученных результатов при выборе параметров кода. Создана и сконфигурирована модель системы передачи в среде MathWorks MatLab Simulink. Разработаны программные модули процедур кодирования и декодирования для их практической реализации во встроеном программном обеспечении устройств систем управления.

Выводы. Проведенные в работе исследования иллюстрируют зависимости показателей достоверности и эффективности передачи информации от параметров кодов Рида-Соломона. Это позволяет проектировать надежные системы управления, в которых заданный уровень достоверности передачи информации обеспечивается обоснованным подбором параметров кода Рида-Соломона.

1257. Ципоренко В. В. Оптимізація безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу / В. В. Ципоренко, В. Г. Ципоренко, Т. М. Нікітчук // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 15-24.

Актуальність. На сьогодні в автоматизованих системах радіомоніторинга пеленгування радіоелектронних засобів здійснюється в умовах складної електромагнітної обстановки, великої апіорної невизначеності щодо параметрів радіовипромінювань, а також в умовах реального масштабу часу реалізації. Перспективним напрямком для вказаних умов є використання широкосмугових кореляційно-інтерферометричних радіопеленгаторів із застосуванням цифрового оброблення комплексних спектрів прийнятої суміші радіовипромінювань.

Мета. Метою статті є дослідження та оптимізація безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу.

Метод. В роботі виконано аналіз особливостей реалізації та точності дослідженого методу пеленгування, а також аналітична оптимізація безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу.

Результати. Визначено параметри, що входять до рівняння дисперсії похибки оцінки напрямку на джерело радіовипромінювання для безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу, що підлягають оптимізації. Показано, що основними параметрами, які доцільно оптимізувати, є величина рознесення між вибраними елементами антенної решітки, для просторових положень яких проводиться реконструювання комплексного аналітичного сигналу, та їх номери. Проведено теоретичну оптимізацію параметрів дослідженого методу, а також порівняно аналітичні розрахунки з результатами моделювання. В результаті моделювання отримано залежність методичної похибки оцінки пеленга та середньоквадратичної оцінки пеленга при дії нормального гаусівського шуму від значень оптимізованих параметрів.

Висновки. Проведено теоретичну оптимізацію параметрів дослідженого методу і визначено, що доцільним є використання симетричного рознесення на 28 кроків 64-елементної антенної решітки для мінімізації дисперсії похибки оцінки напрямку на джерело радіовипромінювання і забезпечення максимальної точності пеленгування.

1258. Шинкаренко В. И. Составление расписания занятий университета на основе конструктивного моделирования / В. И. Шинкаренко, А. А. Жеваго // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – С. 152-162.

Актуальность. Составление расписания учебных занятий является одной из важнейших задач управления учебным процессом. Рост требований к качеству обучения, сокращение материальной базы и увеличение количества специальностей приводят к необходимости оптимизации процесса использования кадрового потенциала, аудиторного фонда и экономии энергетических ресурсов. Поскольку все факторы, влияющие на расписание, практически невозможно учесть, а интересы участников учебного процесса многообразны, задача составления расписания является многокритериальной с нечетким множеством факторов. В связи с этим проблема автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных системах по-прежнему остается одной из актуальных проблем организации учебного процесса.

Цель. Повышение качества расписания занятий университета и уменьшение времени его составления. Качество расписания определяется тем насколько соблюдаются необходимые и желательные требования к нему. Необходимо предусмотреть возможность расширения желательных требований без изменения оптимизирующего механизма.

Метод. Для описания процессов составления расписания занятий применена методология конструктивно-продукционного моделирования. С точки зрения конструктивизма: на основе ряда конструкций с заданной структурой и содержанием необходимо завершить конструирование расписания с заданной структурой и частично содержанием. Разработка конструктора предусматривает определение расширяемого носителя, сигнатуры отношений и операций, а также информационного обеспечения. Наиболее сложной и существенной частью является создание множества правил подстановки, определяющих процесс вывода соответствующих конструкций.

Результаты. Разработан конструктор составления расписания занятий и программное обеспечение, реализующее предложенный метод.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность предложенного подхода и программного обеспечения, реализующие предложенный метод. Это позволяет рекомендовать его для использования на практике при решении задач составления расписания занятий.

1259. Application of R-functions method and smoothed particle hydrodynamics for fluid simulation / A. V. Artiukh, S. I. Kozyrenko, O. O. Shabalin, I. R. Lytvyn
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 25-33.

Context. Existing fluid simulation methods have several disadvantages and can be improved with the help of new approaches to the solution of problems of computational fluid dynamics, which confirms the relevance of the work.

Objective. The goal of the work is to improve existing methods of mathematical modeling of fluid based on smoothed particle hydrodynamics and R-functions method.

Method. A new approach of joint use of smoothed particle hydrodynamics, marching cubes and R-functions method is proposed. Smoothed particle hydrodynamics helps to simulate fluid movement in real time. The method considers fluid as a discrete number of sample points (particles), which have mass, velocity, position and physical field quantities (pressure, temperature, mass-density, etc.). The R-functions method allows to solve the inverse problem of analytic geometry: finding an analytical equation of a 2D (3D) object based on its geometrical representation. Using the obtained equation, one can simply detect a particle collision with the object boundary and plot the object surface with the help of marching cubes algorithm. The suggested method allows to achieve good simulation quality and to perform all needed calculations and rendering in real time.

Results. Computational experiments for the problem of fluid simulation were carried out. Various numbers of particles were used. Different kinds of objects were put into the considered region in order to investigate the fluid behavior.

Conclusions. The results of visual simulations allow us to say that the obtained approach works as expected. Therefore, this method can be applied to several problems of fluid simulation where the collision detection with arbitrary objects is considered. Further research may be devoted to the optimization of neighbor-search algorithm, to performing all calculations in graphics processing unit or to taking into account other physical quantities

1260. Beletsky A. Y. Synthesis of cryptoresistant generators of pseudorandom numbers based on generalized Galois and Fibonacci matrixes / A. Y. Beletsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 86-98.

Context. The problem to form generalized primitive matrixes on the Galois and Fibonacci any order over the field characteristics 2 for the construction by the generators gamma functions for cryptographically stable algorithms of inline data encryption, free from the attack of Berlekamp-Messi (BM).

Objective. Development of a way to eliminate the threat an attack using the BM algorithm on LFSR-generators of pseudorandom numbers (PRN) to increase their crypto stability.

Method. Linear Feedback Shift Registers (LFSR) are themselves good pseudorandom PRN generators, but they have undesirable properties that reduce the efficiency of their use. For the registers of length shift n their internal state is a function of the previous output bits of the generator. Even if the feedback scheme is kept the secret, it can be determined by $2n$ output bits of the generator with the help of BM algorithm, which reduces the crypto-resistance of the generator PRN. The basis for single loop feedback circuits, which cover the classical LFSR-generators of PRN, are primitive polynomials.

There are various ways to increase the crypto-resistance of LFSR-generators. To their number concern: introduction of nonlinear transformations, use poly register generators (as, for example, in the algorithm of encryption A5) and several others. The transition from classical LFSR-generators to generators basis on the generalized matrixes of Galois and Fibonacci leads to the fact that the algorithm of BM loses the ability to determine the unattainable polynomials generating multi-circuit feedback circuits in LFSR-generators. The reason for this feature is that the series of bits generated by the generalized generator becomes dependent not only on the selected irreducible polynomial but also on the primitive element that participates in the creation of the feedback loop generator.

Results. The PRN generators developed by LFSR were used to organize bytes of streaming information encryption.

Conclusions. Statistical tests of the proposed PRN generators carried out with the help of NIST STS, and Diehard [16-18] packages have confirmed the high quality of the generated sequences. Moreover, the generators turned out to be cryptographically resistant to BM attacks. The use of these generators in the formation of long keys, necessary, for example, in RSA encryption protocols and other applications is promising. As an area of further researches, development of the generalized generators of PRN above a field of Galois of any characteristic.

1261. Increasing the secrecy of transmission information based on combined random coding / V. V. Korchynskiy, V. I. Kildishev, D. V. Holey, O. M. Berdnikov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 108-116.

Context. The task of increasing the secrecy of information transmission based on combined random coding is considered. The object of research is the integration processes of stochastic, block and timer coding.

Objective. The aim of the article is to develop a method of increasing the secrecy transmission based on combined random coding.

Method. The method of increasing the secrecy of information transmission based on combined random coding with three steps of code converters: internal, intermediate and external is proposed. The internal converter is implemented based on stochastic coding with various numbers of random code combinations. The number of random combinations depends on the probability of the character of the symbol in the message text. The information secrecy of the transmission is ensured by equalizing the probabilities of the occurrence of code combinations from the output of the statistical coder. Intermediate coding is implemented using a noise immunity block code. Information secrecy and noise immunity leads to the increasing the length of the code block at each stage of coding, which reduces the code rate. To solve this problem, an external converter based on timer coding is used. At this stage, binary combinations are converted into timer signal structures, which allows for the implementation of a structural transmission secrecy, increase the code rate and improve noise immunity. When the stochastic encoding and a timer used codebooks.

Results. The developed method of combined random coding allows to increase the main indicators of noise immunity: interference protection, information and structural secrecy.

Conclusions. The proposed method of combined random coding allows to eliminate the main disadvantages of stochastic coding, in which the choice of the number of random code combinations does not take into account the entropy of the discrete source of information. For solving this problem, it was proposed to use different number of random combinations, in view of the probability of an alphabet symbol appearing in the text. From the theoretical point of view, this will allow the output of the statistical coder to form a stream of combinations with equal probabilities of occurrence. Due to the usage of timer signal constructions, the problem of redundancy compensation is solved, which appears during stochastic and noise-immune coding.

1262. Kodnyanko V. A. Economical dichotomous search for minimizing one-variable functions / V. A. Kodnyanko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 34-39.

Context. The hypothesis about computational redundancy of the dichotomy method used for conditional minimization of unimodal functions was formulated, and on this basis the idea of the possibility creating a more efficient method was suggested.

Objective. The aim of the work is to develop a technique for eliminating computational redundancy of the dichotomy method and the creation numerical method of increased speed called the economical dichotomy method. The algorithm and program code implementing the method are also subjected to development.

Method. The method is based on the unimodality property of the function being minimized, which, under certain conditions, allows to reduce the number of calculations of the function being optimized, which helps to increase the speed of the economical search.

Results. The given results of the computational experiment showed that, according to speed, determined by the number of calculations of the minimized function, the economical method is not less than 1.5 times more efficient than the classical dichotomous search. This means that, on average, of the three calculations of the minimized function using the dichotomy method, one is redundant. Compared with the golden section search, which is the fastest method of the cut-off family, and the dichotomous search, in the average statistical terms, the economical method has approximately 1.3 and 1.7 times faster response, respectively. That is, the economical method works so many times faster than the golden section search, how many times the latter works faster than the classical dichotomous search.

Conclusions. These findings make it possible to take a critical look at the well-established notion that the dichotomous search is the worst of the series methods for cutting off segments. Taking into account the obtained results, the economical method of dichotomy is noticeably superior in speed to the best of them - the golden section search and can reasonably claim to be a leader in this series of methods.

1263. Lutska N. M. Identification of the mathematical models of the technological objects for robust control systems / N. M. Lutska, A. P. Ladanyuk, T. V. Savchenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 163-172.

Context. The problem of identification of the mathematical models of the technological objects on the basis of which the robust control system is subsequently synthesized has been considered. The methods of identification of the mathematical models of the technological objects for robust control are the target of the research.

Objective. The purpose of the research is to develop recommendations for the existing methods of identifying the mathematical models of the technological objects for robust control to allow the effective application of the robust control systems as well as to increase the energy efficiency of the system as a whole.

Method. The suggested recommendations for the identification of the mathematical models of the technological objects aimed at the further synthesis of robust control are divided into two types - with a known and an unknown area of uncertainty. For the former with the mathematical model which is identified only in the nominal mode the existing methods for identifying the continuous models in accordance with the experimentally obtained data are preferable. Taking the multidimensionality and multiplicity of most technological objects into account, the structure of the model in the space of time variables is recommended. It has been suggested to reduce the area of uncertainty to the additive or multiplicative form for the identification of the mathematical models for which, in addition to the nominal model, identification of the area of uncertainty is stipulated. In this case, several models in different operating object modes are used, while the uncertainty is calculated as the distance between the nominal and other models on the frequency grid with the further approximation of the filters of the preassigned order.

Results. The suggested algorithm for identifying the mathematical models with the area of uncertainty has been implemented and investigated for a production object - the subsystem of the levels of the diagonal extraction plant of a sugar-mill.

Conclusions. The performed experiments have confirmed the efficiency of the proposed calculation of the area of uncertainty of the mathematical models of the technological objects, while the proposed recommendations for the identification of the mathematical models for robust control can be used in practice. Further research is aimed at identifying the area of uncertainty of the closed control systems.

1264. Tarasov V. N. Queueing systems with delay / V. N. Tarasov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 3 (50). – Р. 55-63.

Context. In the queueing theory of a research of the $G/G/1$ systems are relevant because it is impossible to receive decisions for the average waiting time in queue in a final form in case of arbitrary laws of distributions of an input flow and service time. Therefore, the study of such systems for particular cases of input distributions is important. The problem of deriving solutions for the average waiting time in a queue in closed form for systems with distributions shifted to the right from the zero point is considered.

Objective. Getting solutions for the main characteristics of the systems - the average waiting time of requirements in the queue for queueing systems (QS) of type $G/G/1$ with shifted input distributions.

Methods. To solve this problem, we used the classical method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation. This method allows to obtaining a solution for the average waiting time for two systems under consideration in a closed form. The method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation plays an important role in the theory of systems $G/G/1$. For the practical application of the results obtained, the well-known method of moments of probability theory is used.

Results. For the first time, spectral expansions are obtained for the solution of the Lindley integral equation for systems with delay, which are used to derive formulas for the average waiting time in a queue in closed form.

Conclusions. It is shown that in systems with delay, the average waiting time is less than in the usual systems. The obtained formula for the average waiting time expands and complements the well-known queueing theory incomplete formula for the average waiting time for $G/G/1$ systems. This approach allows us to calculate the average latency for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. In addition to the average waiting time, such an approach makes it possible to determine also moments of higher orders of waiting time. Given the fact that the packet delay variation (jitter) in telecommunications is defined as the spread of the waiting time from its average value, the jitter can be determined through the variance of the waiting time.

1265. Tvoroshenko I. S. Software determination of the optimal route by geoinformation technologies / I. S. Tvoroshenko, O. O. Kramarenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 3 (50). – P. 131-142.

Context. The urgency of this work is to develop software for a multifunctional geoinformation guide supporting the state fire and rescue part by means of modern geoinformation technologies. The object of research is the infrastructure of the city of Kharkiv.

Objective. The aim of the study is to develop software for a multifunctional geoinformation guide for the automatic determination of the optimal transport route using modern geoinformation technologies to improve the fire-fighting efficiency in the city of Kharkiv.

Method. During the research, the general scientific methods were used: cartographic, system analysis and synthesis for definition and generalization of theoretical and methodological foundations of state building norms, modeling, higher mathematics, combinatory, as well as special methods of mathematical and geoinformation analysis. ArcGIS software platform for creating, managing, integrating, analyzing and distributing spatial data is used in the work. Methods used: programming in VBA and Python, geodesy, topography, geoinformatics, definition of computational time.

Results. The results obtained in the course of this research, namely: methodological, algorithmic and software of the multifunctional geographic information directory, are of practical significance, are real and are used by the Kotelevsky district sector of the Main Department of the State Service of Ukraine for Emergencies in the Poltava region, and may also be applied by the Main Directorate of the State Service of Ukraine for Emergencies in the Kharkiv region for the automatic determination of the optimal route in the operational arrival of the fire brigade with the help of geoinformation technologies, tools of mathematical and geoinformation analysis.

Conclusions. The spatial model of the city of Kharkiv has been further developed due to the use of geoinformation and mathematical analysis methods during software development, which allowed taking into account a set of important criteria. The spatial model of geoinformation support of state fire and rescue units of Kharkiv city has been improved due to the consideration and application of the road distribution criteria according to the categories, which made it possible to develop an effective software platform for rapid response. Prospects for further research include the development of an application for Android and IOS platforms with the possibility of compact use of the geographic information directory, as well as the inclusion of an interactive ArcGIS Online map, which reflects the real state of traffic load and the possibility of using relevant data when designing the recommended route.

№ 4

1266. Висоцька В. А. Особливості архітектури інтернет системи управління комерційним контентом на основі методів Machine Learning, Web mining та SEO-технологій / В. А. Висоцька, А. Б. Демчук, В. В. Литвин // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – С. 121-135.

Актуальність. Сьогодні більшість корпорацій постійно переосмислює бізнес з точки зору можливостей Інтернет, а саме його доступність, широке охоплення і постійно мінливі потреби користувача. Web-ресурс е-комерції, який забезпечує зручний для користувача досвід, зокрема, можливість швидко знаходити необхідні згідно його потреб та смаку товари, більше підтримує конкурентні переваги.

Метою дослідження є розроблення загальної архітектури інтелектуальної системи поширення комерційного контенту в Інтернет-просторі на основі навчання нейронної мережі згідно історії постійної аудиторії для подачі унікального контенту з використанням підходу персоналізації та використання тегів.

Метод. Розроблено модель інформаційної системи персоналізації комерційного контенту згідно потреб користувача. Також розроблено метод поширення комерційного контенту на основі підходу персоналізації та використання тегів. При цьому використано навчання нейронної мережі для створення тег рекомендацій та доступні на ринку засоби персоналізації. Розроблений алгоритм персоналізації дозволяє пов'язати кожного користувача з списком продуктів, які найімовірніше його зацікавлять, а також може прогнозувати те, що клієнти можуть хотіти бачити, навіть якщо вони ще не знають про це. Розроблений метод можна використати для забезпечення більш релевантного набору контенту. Також розроблений метод дає можливість класифікувати відповідний контент або показати його раніше в процесі гортання сторінок для уникнення споживачами вибору неправильного контенту або витрати часу на прокручування при пошуці товару.

Результати. Розроблена система призначена для поширення продуктів інформаційних технологій (публікацій, книг, курсів, відео, файлів тощо) за допомогою Інтернет.

Висновки. Інтернет. Впровадження цієї системи дасть змогу отримувати доступ до певного роду контенту широкому загалу користувачів, адже сайт буде розміщено у всесвітній павутині, з другого боку інша частина мети створення цієї системи є комерційна складова, а саме отримання прибутків власником чи адміністратором інтелектуальної системи, через механізми е-комерції.

1267. Вовк С. М. Оценивание параметра с несколькими значениями / С. М. Вовк, О. Н. Прокопчук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – С. 14-24.

Актуальность. В условиях, когда на разных частях интервала наблюдения параметр заданной модели данных принимает разные значения, возникает задача оценивания параметра с несколькими значениями. Объектом исследования в данной работе является процесс оценивания параметра с несколькими значениями. Цель. Целью работы является разработка подхода к решению задачи оценивания нескольких значений неизвестного параметра для заданной модели данных.

Метод. Подход к решению задачи оценивания неизвестного параметра с несколькими значениями основан на построении функции невязки между данными и их моделью и последующем применении к ней критерия минимума протяженности. Критерий минимума протяженности позволяет индивидуализировать значения неизвестного параметра в виде локальных минимумов функционала квазипротяженности для заданной функции невязки. В дискретном случае предлагаемый подход заключается в поиске основных локальных минимумов многоэкстремальной целевой функции. Для решения этой задачи в одномерном случае предложен простой метод, эффективность которого проиллюстрирована на примерах задач с одним неизвестным линейным параметром и с одним неизвестным нелинейным параметром модели.

Результаты. В отличие от традиционных подходов, основанных на критерии наименьших квадратов или критерии наименьших модулей и обеспечивающих возможность оценивания только одного значения неизвестного параметра, предложенный подход предоставляет возможность оценивания нескольких значений неизвестного параметра. Численное моделирование одномерных задач аппроксимации данных моделями с одним неизвестным линейным параметром и с одним неизвестным нелинейным параметром подтвердило целесообразность предложенного подхода и его эффективность в условиях, когда необходимое сглаживание функционала не приводит к потере слабых локальных минимумов.

Выводы. Для оценивания неизвестного параметра с несколькими значениями целесообразно использовать подход, заключающийся в постановке и решении задачи минимизации функционала квазипротяженности, который построен на основе функции невязки данных с заданной моделью. Этот подход обеспечивает индивидуализацию значений неизвестного параметра путем формирования локальных минимумов целевой функции, которые отвечают искомым значениям параметра. Результаты численного моделирования одномерных задач для случаев линейного и нелинейного параметра подтвердили эффективность применения предложенного подхода.

1268. Гусева Ю. Ю. Програмні засоби моніторингу цінності як інструмент адаптації до змін у вимогах стейкхолдерів проєктів / Ю. Ю. Гусева, І. В. Чумаченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – С. 136-144.

Актуальність. В умовах динамічного середовища, коли вимоги зацікавлених сторін можуть змінюватись, традиційні методи моніторингу і контролю виконання програмного проєкту мають певні обмеження. Отже, є необхідність в створенні підходів та відповідних програмних засобів для моніторингу виконання вимог стейкхолдерів проєкту, зокрема, з урахуванням їх особистісної оцінки цінності вимог та ресурсів.

Мета роботи. Розробка методу моніторингу цінності вимог стейкхолдерів програмного проєкту та відповідних інструментів його впровадження.

Метод. Використано методи аналізу та синтезу, операції над матрицями, систему вагових коефіцієнтів Фішберна, методи теорії управління проєктами. Запропоновано ціннісний підхід до моніторингу вимог зацікавлених сторін проєкту. Запропоновано підходи до визначення цінності вимог стейкхолдерів на основі наявної інформації з типових проєктних документів. Запропоновано метод моніторингу цінності вимог стейкхолдерів проєктів, зокрема, програмних, та відповідні інструменти його впровадження.

Результати. На основі ціннісного підходу до моніторингу вимог розроблено програмні інструменти відстеження досягнення планової цінності проєкту. Відповідність запропонованого методу процесам традиційного проєктного менеджменту дає змогу використовувати стандартне програмне забезпечення для формування вихідних даних та відображення результатів розрахунків.

Висновки. На основі методу освоєних вимог проєкту розроблено метод моніторингу цінності вимог, який, на відміну від існуючих, дозволить враховувати особистісні оцінки цінності вимог та ресурсів під час моніторингу виконання проєкту, здійснювати відповідні прогнози та розробляти стратегії роботи з певними зацікавленими сторонами або їх групами. Інструменти використання запропонованого методу в середовищі MS Project забезпечують інформаційну підтримку для прийняття ґрунтовних рішень щодо адаптації проєкту до змін у вимогах стейкхолдерів, зокрема, розраховується відхилення у досягненні цінності за розкладом та індекс досягнення цінності за розкладом. Перспективою подальших досліджень є вирішення задачі оптимізації розподілу ресурсів у проєкті за умов максимізації досягнутої цінності проєкту.

1269. Князева Н. О. Метод визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS / Н. О. Князева, С. В. Шестопапов, О. І. Сіренко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – С. 145-156.

Актуальність. Стаття присвячена розробці методу визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS. Показано, що завдяки постійно зростаючій різноманітності сервісів, котрі спроможна надати IMS, та збільшенню попиту на них серед користувачів, а також тому, що з розвитком телекомунікацій все більша увага приділяється якості надання сервісів - QoS, задача оцінки якості надання сервісів обумовлює актуальність розробки методу визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS.

Мета. Розробити метод визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS з урахуванням різних видів сервісів, котрі спроможна надати IMS.

Метод. Розглянуто архітектуру IMS. Основна увага приділена рівню серверів сервісів та додатків. Для розробки методу визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS запропоновано скористатися підходами теорії телетрафіку та тензорним аналізом мереж. Запропонований метод являє послідовність етапів, виконання яких дозволяє: визначити структурні блоки рівня серверів сервісів та додатків IMS, які відповідають за надання сервісів різних видів; представити блок управління сеансами зв'язку та рівня серверів сервісів та додатків у вигляді окремої накладної мережі - вихідної мережі масового обслуговування; для використання контурного методу ввести уявну гілку, котра створює замкнутий контур; ввести контурні інтенсивності та визначити їх напрямки; визначити матрицю переходу від вихідної мережі до примітивної мережі; представити інваріантне рівняння для вихідної мережі; визначити контурні інтенсивності та на їх основі розрахувати інтенсивності надходження заявок на сервіси та завантаження серверів в вихідній мережі. В результаті - отримати вирази для розрахунку ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків.

Результати. Запропоновано метод визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS на основі підходів теорії телетрафіку та тензорного аналізу мереж, який надає можливість урахувати різні види сервісів, котрі спроможна надати IMS.

Висновки. Метод визначення ймовірнісно-часових характеристик рівня серверів сервісів та додатків IMS надасть можливість проектувальникам IMS на ранніх етапах проекту розрахувати ймовірнісно-часові характеристики, що дозволить визначити потрібні мережні ресурси для забезпечення необхідного значення якості надання сервісів різних видів. В подальшому, при розвитку запропонованого методу, при дослідженні рівня серверів сервісів та додатків IMS з метою визначення ймовірнісно-часових характеристик доцільно урахування самоподібного характеру потоку заявок на сервіси та обмеження буферної пам'яті серверів.

1270. Левин В. И. Математические методы и модели изучения коррупции в организационных системах / В. И. Левин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – С. 38-49.

Актуальность. В процессе функционирования различных организационных экспертных систем - экономических, социальных, военизированных - возникает задача обнаружения, локализации и измерения уровня коррупции в системе. Эти задачи решают на основе разнообразных данных, получаемых в ходе наблюдений и экспериментов над системой. Однако единой методики обработки информации с целью решения указанных задач не существует. В работе предложена такая методика, основанная на сравнении оценок одних и тех же показателей оцениваемых объектов, даваемых различными экспертами.

Цель статьи. Целью статьи является разработка полностью формализованного метода обнаружения, локализации и измерения уровня коррупции в организационной системе, состоящей из экспертов, на основе оценок, даваемых объектам.

Метод. Предложенный в статье метод заключается в представлении организационной системы из m экспертов, проводящей экспертизу объекта с показателями, посредством $(m \times n)$ - матрицы $B = \|b_{ij}\|$. Здесь b_{ij} - оценка, данная i -м экспертом j -му показателю объекта. При этом системе с идеальными (некоррумпированными) экспертами соответствует матрица с равными элементами в любом столбце и, соответственно этому, с совпадающими строками. В системе с неидеальными (коррумпированными) экспертами матрица не обладает таким свойством. Это позволяет ввести показатель абсолютного уровня коррупции в системе как сумму расстояний между результатами экспертизы у различных экспертов.

Результат. Получено общее аналитическое выражение показателя абсолютного уровня коррупции в системах с произвольными B, m и n . Найдено максимальное возможное значение этого показателя. Дан алгоритм обнаружения коррупции в организационных системах, основанный на сравнении вычисленного абсолютного уровня коррупции и его предельно допустимого уровня. Решена также задача обнаружения коррупции в сложной системе, где экспертизу проходят объекты с несколькими показателями. Приведены примеры обнаружения и измерения коррупции в реальных экспертных системах.

Выводы. Предложен новый подход к математическому моделированию коррупционных процессов в организационных экспертных системах, основанный на использовании матрицы оценок различных показателей оцениваемых объектов различными экспертами системы. Этот подход, в отличие от сложившейся практики, позволяет подходить одинаково к решению различных задач изучения коррупции в системах этого типа. Таковы задачи обнаружения, локализации и измерения коррупции. Направление в целом предложено называть коррупметрией.

1271. Методика вибору оптимального маршруту руху колони техніки по нестационарній мережі доріг / О. В. Боровик, Р. В. Рачок, Л. В. Боровик, В. В. Купельський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – С. 111-120.

Актуальність. Ефективне вирішення значного числа прикладних задач, що стосуються перевезень, у ряді випадків залежить від вдалого вибору маршруту руху. Побудова оптимальних маршрутів на розміченому графі, що описує мережу доріг і який має сталі ваги ребер, є класичним і детально вивченим завданням. Проте в багатьох застосуваннях виникає потреба врахування можливої динаміки зміни в часі ваг ребер, що відповідає випадкам зміни дорожніх умов. Останнє вимагає розвитку відповідного науково-методичного апарату.

Мета. Метою роботи є розробка методики вибору оптимального маршруту руху колони техніки по нестационарній мережі доріг у розумінні змінності ваг ребер графа, що відповідає цій мережі.

Метод. У роботі запропонована математична модель вибору оптимального маршруту руху колони техніки по мережі доріг. Для опису мережі доріг використаний граф. Критерієм оптимальності при виборі маршруту руху є мінімізація часу, який витрачається на пересування. Особливістю моделі є урахування можливості динамічної зміни ваг ребер графу при реалізації пересування колони техніки по обраному маршруту. На основі використання даної моделі запропонована методика, яка забезпечує вибір оптимальних маршрутів руху для дискретно-стохастичного, дискретно-детермінованого та неперервно-невизначеного випадків зміни ваг ребер графу.

Результати. У статті запропоновано алгоритми, що забезпечують розв'язування задачі вибору оптимального маршруту в умовах нефіксованої в часі ваги ребер, які описують мережу доріг, а також показано особливості застосування алгоритмів. З використанням розробленого програмного забезпечення досліджений варіант мережі доріг з нестационарною вагою ребер. На прикладі показано недосконалість рішень щодо вибору оптимального маршруту при нестационарній вазі ребер графу, отриманих з використанням класичних методів.

Висновки. Неврахування можливої зміни дорожньої обстановки, що проявляється зміною в часі ваг ребер графа, який описує мережу доріг, може призвести до неоптимальності отримуваних рішень з використанням класичних методів пошуку найкоротшого маршруту в графі. Для отримання оптимальних маршрутів з урахуванням зміни в часі дорожньої обстановки при русі колони, можливо використати запропоновану у даному дослідженні методику. Отримані результати розширюють можливості щодо вирішення задач в галузі дискретної оптимізації з урахуванням динаміки зміни обстановки при реалізації оптимальних розв'язків.

1272. Нейро-нечітка модель багатокритеріального оцінювання / М. М. Маляр, А. В. Поліщук, В. В. Поліщук, М. М. Шаркаді // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – С. 83-91.

Актуальність. Проведено дослідження актуальної задачі розроблення моделей і методів багатокритеріального оцінювання із застосуванням нейро-нечітких технологій.

Метою даної роботи є розроблення моделі отримання агрегованої оцінки цінності об'єкта дослідження, яка з одного боку використовує різні характеристики об'єкту, що оцінюються за кількісними показниками, і на основі різних моделей представлення знань про об'єкт, а з іншого використовує досвід, знання та компетенції експертів у відповідній предметній області.

Об'єктом дослідження є процес моделювання досвіду, знань та компетенції експертів для отримання кількісної оцінки об'єкту дослідження на основі нейро-нечітких мереж.

Предметом дослідження є нейро-нечіткі моделі отримання кількісної оцінки об'єкта дослідження для прийняття рішень в умовах експертних даних.

Метод. Вперше розроблено п'ятишарову нейро-нечітку модель для виведення кількісної та лінгвістичної оцінки щодо рівня цінності об'єкта дослідження використовуючи досвід, знання та компетенції експертів у відповідній предметній області. Вперше запропоновано використовувати у нейро-нечіткій мережі кількісні оцінки про об'єкт дослідження (агреговані оцінки отримані за допомогою багатокритеріальних моделей) та лінгвістичні міркування експертів. Вперше апробовано та верифіковано розроблену модель для прикладу оцінювання ризику фінансування стартап проекту на етапі розширення бізнесу, а також запропоновано в якості навчання нейро-нечіткої мережі "інтервальне представлення" синаптичних ваг. Порівняно результати дослідження на різних підходах визначення синаптичних ваг та реальними даними з визначенням похибки.

Результати. Отриманим результатом дослідження є нейро-нечітка модель оцінювання об'єкта за багатьма критеріями. Розроблена модель дає можливість поєднати кількісні характеристики об'єкта з експертними думками у вигляді якісних оцінок. Рациональність оцінки доводить переваги розроблених моделей.

Висновки. Сумісне використання апарату теорії нечітких множин і нейро-мереж являється зручним засобом моделювання у задачах багатокритеріального вибору. Як правило, важлива інформація для систем підтримки управлінських рішень поступає із двох джерел: 1) отримання оцінок об'єкта за певними кількісними показниками, що породжує неточність; 2) від людей-експертів, які описують свої знання про предметну область, що породжує суб'єктивність і невизначеність. Тому, збереження експертних оцінок і неточних даних потребує уміння з ними працювати. У роботі розв'язано науково-прикладне завдання розроблення моделі для отримання агрегованої оцінки цінності об'єкта, яка базується на нейро-нечіткій мережі і може бути застосована при вирішенні завдань прийняття управлінських рішень у соціо-економічних системах.

1273. Сердюк М. Є. Метод покращення видимості на затуманених цифрових зображеннях та його реалізація у комп'ютерній системі обробки зображень / М. Є. Сердюк, В. Г. Беркут, С. Ф. Сірик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – С. 166-176.

Актуальність. Присутність на цифрових зображеннях туману та димки може спричиняти проблеми у процесах розпізнавання, відстеження, класифікації об'єктів. Тому методи видалення туману та покращення розрізнюваності об'єктів на зображеннях, отриманих в умовах поганої видимості, є затребуваними в багатьох задачах комп'ютерного зору. У туманних погодних умовах контраст та колір зображення різко погіршуються. Видалення туману часто супроводжується появою артефактів на зображенні та спотворенням кольорів. Отже актуальним є пошук способів правильної оцінки присутності та видалення туману зі збереженням деталей та кольорів зображення та розробка відповідних методів обробки затуманених зображень.

Мета. Метою роботи є пошук ефективних підходів до розв'язання задачі видалення туману та димки з цифрових зображень та реалізація їх в комп'ютерній системі обробки цифрових зображень.

Методи. Основні етапи обробки зображення виконуються на каналі інтенсивності, що сприяє збереженню кольорів. Запропоновано підхід для утримання значень пікселів, які обробляються, у допустимому діапазоні, що дозволяє краще зберегти деталі зображення. Для оцінки карти пропускання використовуються частотні фільтри. В модифікованому методі оцінка щільності туману виконується з використанням нейронної мережі.

Результати. Запропоновано метод видалення туману та димки з одиночних зображень, який ефективно покращує видимість об'єктів, зберігає деталі та кольори на зображенні, а також його модифікація з іншим способом оцінки щільності туману. Представлені методи були реалізовані в комп'ютерній системі.

Висновки. Запропонований метод та його модифікація ефективно видаляють туман та димку з одиночних зображень, покращуючи розрізнюваність об'єктів на них. Реалізація цих методів у комп'ютерній системі обробки зображень розширила функціонал системи та збільшила її можливості по підвищенню якості зображень, отриманих в умовах поганої видимості. Система може бути застосована для попередньої обробки зображень з метою запобігання помилкам в подальшій роботі алгоритмів комп'ютерного зору.

1274. Тарасов В. Н. Сравнительный анализ двух систем массового обслуживания $M/HE2/1$ с обычными и со сдвинутыми входными распределениями / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – С. 50-58.

Актуальность. В теории массового обслуживания исследования частных систем типа $M/G/1$ актуальны в связи с тем, что они до сих пор активно используются в современной теории телетрафика. Рассмотрена задача вывода решения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме двух систем с обычными и со сдвинутыми экспоненциальными и гиперэрланговскими входными распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики системы - среднего времени ожидания требований в очереди для двух систем массового обслуживания типа $M/G/1$ и $G/G/1$ с обычными и со сдвинутыми экспоненциальными и гиперэрланговскими входными распределениями.

Метод. Для решения поставленной задачи использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Данный метод позволяет получить решение для среднего времени ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли играет важную роль в теории систем $G/G/1$. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для пары систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме. Сдвинутое экспоненциальное распределение трансформирует систему $M/G/1$ в систему $G/G/1$.

Выводы. Получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемых систем и с их помощью выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди для этих систем в замкнутой форме. Эти выражения расширяют и дополняют известные формулы теории массового обслуживания для среднего времени ожидания для систем $M/G/1$ и $G/G/1$ с произвольными законами распределений входного потока и времени обслуживания. Такой подход позволяет рассчитать среднее время ожидания для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика. Все остальные характеристики систем являются производными от времени ожидания.

Кроме среднего времени ожидания, такой подход дает возможность определить и моменты высших порядков времени ожидания. Учитывая тот факт, что вариация задержки пакетов (джиттер) в телекоммуникациях определяется как разброс времени ожидания от его среднего значения, то джиттер можно будет определить через дисперсию времени ожидания.

Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемых систем позволяет получить решение в замкнутой форме и эти полученные решения публикуются впервые.

1275. Фрейман В. И. Анализ достоверности передачи между устройствами систем управления при пакетировании ошибок / В. И. Фрейман // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – С. 223-231.

Актуальность. Проведен анализ показателей достоверности передачи информации между элементами систем управления с учетом пакетирования (группирования) ошибок в канале связи. Объектом исследования являются характеристики и параметры помехоустойчивых циклических двоичных и недвоичных кодов, ориентированных на исправление пакетов ошибок. Предмет исследования - теоретический и экспериментальный сравнительный анализ показателей достоверности кодов, исправляющих пакеты ошибок.

Цель работы - определение аналитических зависимостей показателей достоверности выбранных избыточных кодов от их параметров и свойств канала связи, разработка моделей для их экспериментального исследования, формирование рекомендаций по выбору кодов с заданными характеристиками при определенных свойствах и модели описания ошибок.

Методы. Использован математический аппарат и теория построения помехоустойчивых циклических двоичных (БЧХ) и недвоичных (Рида-Соломона) кодов. Получены аналитические соотношения для определения показателей достоверности передачи с учетом возможных искажений символов кода внутри пакета ошибок. Исследованы зависимости корректирующих свойств и вероятности правильной передачи от параметров кода и ошибки, приведены иллюстрирующие примеры. Разработаны имитационные схемотехнические модели системы управления с исследуемыми способами помехоустойчивого кодирования. Проведены экспериментальные исследования, на основании полученных данных сделаны выводы и предложены рекомендации по выбору параметров кодов для заданных показателей достоверности для обеспечения максимальной эффективности (информационной скорости передачи).

Результаты. Получены зависимости показателей достоверности (вероятность правильной передачи) и корректирующих свойств (длина исправляемого пакета ошибок) исследуемых избыточных кодов от их параметров (количества избыточных символов, степени перемежения - для БЧХ-кодов; модуль поля Галуа, кратность исправляемых ошибок - для кодов Рида-Соломона). Даны рекомендации по использованию полученных результатов при выборе параметров кода. Для проведения экспериментальных исследований созданы и настроены модели системы управления в среде MathWorks MatLab Simulink.

Выводы. Проведенные в работе исследования позволяют рассчитать и обоснованно выбрать параметры избыточных кодов для заданных показателей достоверности с учетом модели поведения ошибок в канале передачи. Это дает возможность проектировать и реализовать надежные системы управления с заданными показателями достоверности и максимальной информационной скоростью передачи.

1276. Automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones
/ S. M. Zinchenko, P. S. Nosov, V. M. Mateychuk, P. P. Mamenko, O. O. Grosheva
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 211-222.

Context. There is considered the task of automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. The object of the research is the process of automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. The subject of research is the method and algorithms that implement the process of automatic collision avoidance from multiple targets, including maneuvering ones.

Objective. The purpose of the article is development a method and algorithms for automatic collision avoidance from multiple targets, including maneuvering ones, for the module of the onboard controller of the ship control system.

Method. This goal is achieved by periodically measuring the true speed of the vessel and relative speeds of the vessel and targets, averaging the measured information to remove noise, estimating the true speeds of the targets, building, for the obtained estimates of the true speeds of the targets, areas of allowable collision avoidance controls with each targets by numerical iteration of the collision avoidance parameters (speed and course) at the nodes of a given grid in the area of their possible changes, determining the relative speeds at the nodes of the grid ship and target movement and checking that the relative speeds don't belong to sectors of dangerous courses, building a general area of acceptable collision avoidance controls with all targets by combining areas of allowable collision avoidance controls with each target, choosing collision avoidance parameters from the general area of acceptable collision avoidance controls according to specified criteria. This allows to diverge from multiple targets, including maneuvering ones, in a fully automatic mode. Changing the criteria for selecting discrepancy parameters leads to a change in the ship's behavior in case of discrepancy without changing the program code.

Results. The developed method and algorithms are implemented in software and investigated by solving the problem of collision avoidance from multiple targets, including maneuvering ones, in a fully automatic mode in a closed circuit with the simulator Navi Trainer 5000 for various types of ships, targets, navigation areas and weather conditions.

Conclusions. The experiments confirmed the performance of the proposed method and algorithms and allow to recommend them for practical use in the development of modules for automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones, of the onboard controller of the ship control system.

1277. Gorodnov V. P. The analytical description of final probabilities for states of queuing systems with input flow of groups of requirements / V. P. Gorodnov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 25-37.

Context. The management of many economic and other "service" systems of random flows of "requirements" is based on the prediction of their efficiency, based on an estimate of the system states probability distribution. In a number of important practical cases, the input flow may have random composition groups of requirements, which determined the applicability of linear algebra numerical methods for searching probabilities, and also made it difficult to build queuing systems that are effective in a range of conditions and made it impossible to obtain probability estimates for systems with an infinite number of places to wait for service. The objects of the study are Markov models of three types of queuing systems: with refusals, with a limited and with an unlimited number of places to wait in the conditions of the input flow of a random composition groups of requirements.

Objective. The goal of the work is to obtain an analytical description of the final state probabilities which are necessary to predict the values of efficiency indicators for three types of Markov multichannel queuing systems: with refusals, with a limited and with an unlimited number of places to wait in the conditions of the input flow of random composition groups of requirements.

Method. In the general case, the probabilities of states in queuing systems with input flow random groups of requirements are described by Kolmogorov differential equations. The Kolmogorov equations, in the stationary state of the queuing system, are transformed into a linearly dependent homogeneous system of algebraic equations. The final probabilities of the states of a queuing system can be found by numerically solving a system of equations using methods well known in linear algebra: complete exclusion, the inverse matrix, and the matrix method of Ramaswami [3], [38], which takes into account the repeating block structure of the system of equations matrix. The infinite number of unpredictable combinations for the set of numerical values of the considered queuing systems parameters makes it difficult to control the operation of such systems and to build systems that are effective in a range of conditions.

In queuing systems with an unlimited number of places to wait, the number of equations becomes infinite, and numerical methods become unsuitable for final probabilities searching and for solving problems of analysis, synthesis and control of queuing systems. Analytical expressions for the final probabilities of queuing systems are obtained by equivalent transformations of homogeneous systems of algebraic equations in the general case of each type of queuing system mentioned above.

Results. The obtained analytical expressions for the final probabilities of the queuing systems states for three noted system types are not previously known and therefore required verification of their correctness. Such a check was performed by the way of degenerate the flow of random groups of requirements in the input of the system to the simplest flow of requirements. As a result of verification, analytical expressions for the final probabilities of the considered systems states were automatically transformed into the corresponding well-known models of queuing systems with the simplest input flow of requirements. This effect allows us to consider the well-known models of queuing systems of the simplest input requirements flow - to be a particular case of the obtained models of queuing systems with an input flow of groups of requirements.

Conclusions. To further verify the correctness of the results and to assess the degree of influence of requirements random number in groups of input flow onto the syste.

1278. Kondruk N. E. A comparative study of cluster validity indices / N. E. Kondruk
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 59-67.

Context. Cluster analysis is a method of classification without a teacher, that is, under conditions where preliminary information on the number of clusters is previously unknown. Therefore, defining the optimal number of clusters and test results of partitioning data sets is a complex task and requires further research.

Objective. The aim of paper is to study the efficiency of finding the natural data structure by crisp and fuzzy clustering validity indices, when the partition is realized by the clustering method based on fuzzy binary relations and conducting their comparative analysis.

Method. For partition of data sets the method based on fuzzy binary relation was used that provides an opportunity to simultaneously conduct crisp and fuzzy grouping of objects by different types of similarity measures. The distance similarity measure, which divides data into ellipsoid clusters, is used in the research. Two synthetic 2-dimensional data sets of a special type are generated, natural clustering of which is possible in two ways. Both sets are Gaussian. The most effective and frequently used groups of crisp and fuzzy cluster validity indices, which allow to find the optimal data set structure are described.

Results. The study of estimating the quality of clustering was conducted by means of method of fuzzy binary relations with six indices in two data sets. A comparative analysis of the effectiveness of determining the cluster and sub-cluster data structures by validity indices is made.

Conclusions. In practice, for some cluster validity indexes it is important to find not only the global extreme, but also local ones. They can fix the optimal sub-cluster data structure with less separation. To ensure the effectiveness of estimating the quality of clustering and to obtain objective results it is appropriate to take into account not only one index, but several of them. In perspective studies, creating a combined criterion that would join the most effective cluster validity indices by means of method based on fuzzy binary relations by a distance similarity measure is anticipated as well as implementing generalized cluster validity index for any similarity measures of fuzzy binary relations method; developing a software system that would ensure the automatic grouping of objects into clusters by concentric spheres, cones, ellipses without the preliminary determination of the clustering threshold.

1279. Methods of factorial coding of speech signals / E. V. Faure, V. V. Shvydkyi, A. O. Lavdanskyyi, O. O. Kharin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 186-198.

Context. The paper outlines the methods of factorial coding of speech signals using a factorial code to provide integrated information security and to maintain a receiver and transmitter clock phase. By integrated information security, for the methods proposed in this article, we mean data protection from effects of noise in communication channel and attempts of data unauthorized access in open multiple access telecommunication networks.

Objective. The goal of the research is to provide integrated protection of real-time speech signals based on factorial coding. For this, the methods for factorial coding of speech signals and building speech codecs have been developed. These methods are based on the properties of factorial codes to keep synchronism with the working signal, to detect a significant part of errors caused by the action of noise, natural or created intentionally, to provide the ability to correct all detected errors with a finite accuracy, as well as to provide cryptographic protection against voice message unauthorized listening by hiding the law of converting speech signal samples into a permutation.

Method. The main idea of the proposed methods is to choose permutations for information transferring with a specific set of properties and features that provide the ability to correct errors detected by code and to recover speech signal samples with a finite degree of accuracy (with a nonzero aperture).

Results. The procedures for information coding/decoding have been determined. The results of the experimental evaluation of the model of such systems when working on a communication channel with both independent and multiple bit errors are presented. The magnitude of decoding noise due to the finite accuracy of speech signal samples recovery is determined as a function of bit error probability in a communication channel.

Conclusions. The proposed methods of factorial coding of a speech signal provide integrated information security and recovery with finite accuracy of speech signal samples deformed by noise in communication channel. The requirements to the quality of communication channel (to the value of bit error probability) for comfortable speech perception are determined.

1280. Modification and parallelization of genetic algorithm for synthesis of artificial neural networks / S. D. Leoshchenko, A. O. Oliinyk, S. A. Subbotin, V. A. Lytvyn, V. V. Shkarupylo // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – P. 68-82.

Context. The problem of automation synthesis of artificial neural networks for further use in diagnosing, forecasting and pattern recognition is solved. The object of the study was the process of synthesis of ANN using a modified genetic algorithm.

Objective. The goals of the work are the reducing the synthesis time and improve the accuracy of the resulting neural network.

Method. The method of synthesis of artificial neural networks on the basis of the modified genetic algorithm which can be implementing sequentially and parallel using MIMD - and SIMD-systems is proposed. The use of a high probability of mutation can increase diversity within the population and prevent premature convergence of the method. The choice of a new best specimen, as opposed to a complete restart of the algorithm, significantly saves system resources and ensures the exit from the area of local extrema. The use of new criteria for adaptive selection of mutations, firstly, does not limit the number of hidden neurons, and, secondly, prevents the immeasurable increase in the network. The use of uniform crossover significantly increases the efficiency, as well as allows emulating other crossover operators without problems. Moreover, the use of uniform crossover increases the flexibility of the genetic algorithm. The parallel approach significantly reduces the number of iterations and significantly speedup the synthesis of artificial neural networks.

Results. The software which implements the proposed method of synthesis of artificial neural networks and allows to perform the synthesis of networks in sequentially and in parallel on the cores of the CPU or GPU.

Conclusions. The experiments have confirmed the efficiency of the proposed method of synthesis of artificial neural networks and allow us to recommend it for use in practice in the processing of data sets for further diagnosis, prediction or pattern recognition. Prospects for further research may consist in the introduction of the possibility of using genetic information of several parents to form a new individual and modification of synthesis methods for recurrent network architectures for big data processing.

1281. Mukhina M. P. Computer modeling of accuracy characteristics of strapdown inertial navigation system / M. P. Mukhina, M. K. Filyashkin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – P. 157-165.

Context. The problem of correction for operation of strapdown inertial navigation system used for unmanned aerial vehicle is urgent because of further increased requirements to autonomous flight in blackout zones. The object of the study was to simulate the accuracy characteristics of strapdown inertial navigation system based on known (or given) instrument errors of its sensors.

Objective. The goal of the work is to develop a mathematical and computer model of the strapdown inertial navigation system and estimate its accuracy characteristics based on given values of sensor errors.

Method. The mathematical and computer models of the strapdown inertial navigation system based on slow, medium and fast cycles are developed. For the simulation of accuracy characteristics, the strapdown inertial navigation system is represented as a set of dynamic and kinematic equations in local tangent plane coordinate system with the Earth's model taking into account components of gravity acceleration. The models of sensors are developed based on characteristics of low-cost microelectromechanical sensors used onboard. Data fusion algorithms were previously considered and include modified Kalman filter or, for some cases, complimentary filter by compensation scheme, but not considered here in details. Direction cosine matrix for strapdown inertial navigation system algorithms is found by Poisson's method.

Results. The developed models have been realized and simulated in MATLAB+Simulink. Initial parameters (errors of the primary information sensors and the flight conditions) during simulation have been varied: medium, high and low latitudes; direction of flight (along and across the meridian; on and against the direction of rotation of the Earth).

Conclusions. The developed models and their simulations have been compared with actual testing results of strapdown gyro vertical NAEA-I2A and confirmed the validity. It allow us to recommend them for use in designing strapdown inertial navigation system of unmanned aerial vehicle, as well as for experimental study of innovative data fusion algorithms for integrated satellite and inertial navigation system.

1282. Romanenko S. N. Compact directional couplers using combination of microstrip and slot lines / S. N. Romanenko, V. P. Dmitrenko, A. V. Tverdenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2019. – № 4 (51). – P. 7-13.

Context. Transition of modern electronics to higher frequencies is directly related with an extremely important problem of miniaturization of microwave integrated circuits. Conventional planar structures such as microstrip directional couplers have the feature - their linear dimensions are defined by the wavelength in the transmission lines, so the use of such structures for miniaturization of microwave integrated circuits becomes problematic.

Objective. Using 3D-structures on combinations of transmission lines to study frequency properties of two possible implementations of quarter-wave directional couplers based on a combination of microstrip and slot transmission lines. Obtaining simple analytical expressions for calculating the electrophysical parameters of these directional couplers and confirm their properties by rigorous electrodynamic calculation.

Methods. An even-odd mode decomposition technique and the scattering matrix theory were used to derive simple analytical formulas for calculating impedances of transmission line segments that define the topology of couplers considered.

Results. Electrodynamic modeling of proposed couplers with dispersion and losses in the lines showed that the proposed constructions have better frequency characteristics in comparison with traditional three-branch microstrip directional couplers. It is also shown that the considered designs of couplers have great potential in the selection of the desired electrical characteristics of devices.

Conclusions. The presented compact couplers can find a broad range of applications in mobile communication systems for decoupling of channels, division of power and frequency conversion. The method of transition from planar to three-dimensional structures used in the development of directional couplers on combinations of transmission lines permits not only to create compact devices with desired characteristics but also paves the way for significant decrease in the size and costs of the broad range of electronic equipment utilizing such couplers.

1283. Shved A. V. Synthesis of group decisions in the problem of analysis of the technical condition of military-civilian objects / A. V. Shved // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 92-102.

Context. Quite often, experts are involved in the process of diagnosis and monitoring the technical condition of buildings and structures, and in this case, situations might arise when expert data is generated under some specific types of uncertainty, and their possible combinations. This, in turn, necessitates the development of new approaches aimed at solving the problems of structuring and analytical processing of inaccurate, uncertain, fuzzy expert knowledge.

Objective. The methodology for choosing the category of technical condition of construction objects, including buildings and structures, and ranking the corresponding construction objects within the given category of the technical condition according to their degree of danger (expected damage in the event of an emergency) has been proposed in this paper. The proposed approach is based on the expert assessment methods and the mathematical apparatus of the evidence theory, which allows operating correctly with data generated under uncertainty, incompleteness, and inaccuracy. In order to improve the quality of combination results, it is proposed to use one of the proportional conflict redistribution rules and determine the optimal evidence combination order based on metrics in evidence theory.

Results. The paper proposes a methodology for the synthesis of group solutions for assessing the technical condition of civil, industrial and military-technical construction objects, and determining objects that primarily need maintenance or overhaul under complex forms of uncertainty and multi-alternatives. Application of the proposed methodology will allow rational distribution of available resources when planning preventive measures and carrying out repair work (overhaul, reconstruction, etc.) to increase the efficiency of their trouble-free operation.

Conclusions. The methodology proposed in this study constitutes the theoretical basis for the design of decision support systems for monitoring the technical condition of residential and/or non-residential real estate (buildings, structures) for various purposes.

1284. Sokolov A. V. Avalanche characteristics of cryptographic functions of ternary logic / A. V. Sokolov, O. N. Zhdanov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 177-185.

Context. The development and application of cryptographic algorithms based on many-valued logic functions makes it important to research their cryptographic properties and develop effective criteria for the cryptographic quality of their components. The development of efficient methods for the synthesis of high-quality cryptographic primitives based on the functions of many-valued logic is also an important task. The object of this research is the process of improving the efficiency of cryptographic algorithms based on many-valued logic functions.

Objective. The purpose of this paper is to generalize the error propagation criterion and the strict avalanche criterion for the case of functions of three-valued logic.

Method. The emergence of cryptography based on many-valued logic functions led to the understanding that today's dominant cryptographic algorithms based on binary algebraic constructions are only a special case of more general trends. Numerous researches show that the use of cryptographic constructions based on many-valued logic functions leads to the creation of crypto algorithms that more fully implement the principles of diffusion and confusion. One of the most important cases of many-valued logic functions are 3-functions, which are also used in quantum cryptography. This article is another step towards developing cryptographic constructions based on many-valued logic functions.

Results. The definition of the propagation criterion was extended to the case of functions of three-valued logic. On the basis of the propagation criterion for the functions of three-valued logic, the definition of a strict avalanche criterion was introduced, which describes the stability of cryptographic constructions against differential cryptanalysis attacks. We experimentally determined the number of 3-functions of length $N=9$, satisfying the strict avalanche criterion. A method based on three constructive rules is proposed, which allows to synthesize a complete set of 864 S-boxes of length $N=9$ satisfying strict avalanche criterion. This set of S-boxes is basic for the application of Kim's construction, which allows to recurrently increase the length of the S-box to the required value. The paper shows that using Kim's construction to increase the length preserves the S-box satisfying to a strict avalanche criterion, while allowing to obtain S-boxes with satisfactory non-linearity value as well as small output and input vectors correlation.

Conclusions. The most important criterion of cryptographic quality, which shows the stability of the cryptographic algorithm to attacks of differential cryptanalysis is the propagation criterion that was generalized to the case of 3-functions. The existence of 3-functions of length $N=9$ satisfying the strict avalanche criterion is shown, and their full set is found. On the basis of the proposed constructive method, a complete set of S-boxes of length $N=9$ that satisfy the strict avalanche criterion was synthesized. It is shown that the Kim scheme can be applied to recurrently increase the length of S-boxes based on many-valued logic functions. As an actual direction for the continuation of the research, the development of regular and constructive methods for the synthesis of full sets of 3-functions and S-boxes of lengths $N=27, 81, 243, \dots$, satisfying the strict avalanche criterion can be noted.

1285. Spevakov A. G. Detecting objects moving in space from a mobile vision system / A. G. Spevakov, S. V. Spevakova, I. S. Matiushin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 103-110.

Context. In the study, the task of identifying objects moving in space from a mobile system of technical vision is considered. The analysis of the modern methods of dynamic object identification from both stationary and moving platforms is conducted. The need to create a new method for the identification of dynamic objects with a mobile optical-electronic system, which is adaptive to changing observation conditions, is identified. This is a relevant scientific and technical problem. The object of the study is the model of moving object detection from a mobile vision system.

Objective. The objective of this article is the analysis of the modern methods of moving object identification and the creation of a new method. The method must allow observation from a mobile vision system and must be able to adapt to changing observation conditions.

Method. A method for identifying objects moving in space from a mobile vision system is proposed, which allows to automatically detect moving objects, determine their three-dimensional coordinates with a given accuracy, and adapt to changing observation conditions. This method is based on the developed mathematical model of stereoscopic determination of motion parameters of objects in space, which allows us to increase the detection accuracy.

Results. The proposed method is implemented in software. An experiment confirming the adequacy of this mathematical model was conducted. As the result of the experiment, data on the movement of the object and the mobile coordinate system were obtained.

Conclusions. The experiments have confirmed the performance of the proposed method and allow us to recommend it when building mobile automatic tracking and identification systems for objects. The method allows automatic isolation of the moving objects, determining their three-dimensional coordinates, and adapting to changing observation conditions. Prospects for further research may be in the creation of hardware tools for the selection of moving objects, allowing to improve the accuracy of the selection.

1286. The inversion method of four-bit boolean sac cryptotransforms / I. M. Fedotova-Piven, V. M. Rudnytskyi, O. B. Piven, T. V. Myroniuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2019. – № 4 (51). – P. 199-210.

Context. Nonlinear systems of Boolean functions play a prominent role in the protection of cryptosystems. The creation and use of new four-bit cryptographic transformations with nonlinear Boolean functions that have the property of strict avalanche criterion is an actual task for increasing the reliability of information protection systems.

Objective. The goal of the work is creating a method for obtaining inverse four-bit cryptographic transformations with the strict avalanche criterion property, which contain balanced Boolean functions only with the operations of inversion and addition modulo two.

Method. A method is proposed for obtaining inverse four-bit cryptographic transformations with the strict avalanche criterion property, each of which contains balanced Boolean functions only with the operations of inversion and addition modulo two. The method simplifies the process of finding inverse cryptographic transformations by creating a class of thirty balanced basic Boolean functions with the required predefined limitations and properties and for finding, within this class, the basic Boolean functions that make up the inverse cryptographic transformation.

Results. The effectiveness of the method is shown for obtaining two inverse four-bit cryptographic transformations with the property of a strict avalanche criterion from two direct four-bit cryptographic transformations with the property of a strict avalanche criterion.

Conclusions. For the first time, there was proposed a method for obtaining inverse four-bit cryptographic transformations with the strict avalanche criterion property for balanced Boolean functions containing two logical operations (inversion and addition modulo two) to ensure reliable information protection. This method is a method of selecting the already existing basic Boolean functions from a predetermined set of balanced basic Boolean functions for direct and inverse cryptographic transformations, whereas the existing methods of searching for inverse cryptographic transformation are methods for calculating each element of the Boolean functions for the inverse cryptographic transformation. The method can be extended to a larger even number of arguments of the balanced Boolean functions of cryptographic transformations to increase the cryptographic resilience.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2020

№ 1

1287. Висоцька В. А. Метод авторифікації тексту науково-технічних публікацій на основі лінгвістичного аналізу коефіцієнтів мовної різноманітності / В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – С. 108-124.

Актуальність. Авторифікація авторства тексту є технікою визначення автора тексту, коли неоднозначно, хто її написав. Це корисно, коли декілька людей претендують на авторство однієї публікації або у випадках, коли ніхто не претендує на авторство текстового контенту, наприклад, так звані тролі в соціальних мережах під час інформаційної війни. Складність проблеми авторського тексту, очевидно, експоненціально вища, більша кількість вірогідних авторів. Наявність авторських текстових зразків також є суттєвою при просуненні цієї проблеми. Атрибуція авторського тексту включає наступні три проблеми:

- виявлення автора текстового автора з групи імовірних або очікуваних авторів, де автор завжди знаходиться у групі підозрюваних;
- не ідентифікація автора текстового автора з групи вірогідних або очікуваних авторів, де автор може не бути в групі підозрюваних;
- оцінка можливості даного тексту, написаного даним автором чи ні.

Тому задача автоматичного визначення автора текстового контенту науково-технічного спрямування є актуальною й потребує нових (досконаліших) підходів до її розв'язування.

Метою дослідження є розроблення методу визначення автора у україномовних текстах на основі технології лінгвометрії.

Метод. Розроблено лінгвометричний метод алгоритмічного забезпечення процесів контент-моніторингу для розв'язання задачі автоматичного визначення автора україномовного текстового контенту на основі технології статистичного аналізу коефіцієнтів мовної різноманітності. Проведено декомпозицію методу визначення автора на основі аналізу таких коефіцієнтів мовлення як лексична різноманітність, ступінь (міра) синтаксичної складності, зв'язність мовлення, індекси винятковості та концентрації тексту. Проаналізовані також параметри авторського стилю як кількість слів у певному тексті, загальна кількість слів цього тексту, кількість речень, кількість прийменників, кількість сполучників, кількість слів із частотою 1, та кількість слів із частотою 10 та більше. Особливостями розробленого є адаптація морфологічного та синтаксичного аналізу лексичних одиниць до особливостей конструкцій україномовних слів/текстів. Тобто при аналізі лінгвістичних одиниць типу слів, враховувалась належність до частини мови та відмінювання в межах цієї частини мови. Для цього провадився аналіз флексій цих слів для класифікації, виділення основи для формування відповідних алфавітно-частотних словників. Наповнення цих словників в подальшому враховувалися на наступних кроках визначення авторства тексту як розрахунок параметрів та коефіцієнтів авторського мовлення. Для індивідуального стилю письменника показовими є саме службові (стопові або опорні) слова, оскільки вони ніяк не пов'язані з темою і змістом публікації.

Результати. Проведено порівняння результатів на множині 200 одноосібних робіт технічного спрямування біля 100 різних авторів за період 2001-2017 рр. для визначення чи змінюються і як коефіцієнти різноманітності тексту цих авторів в різні проміжки часу.

Висновки. Виявлено, що для обраної експериментальної бази з понад 200 робіт найкращих результатів за критерієм щільності досягає метод аналізу статті без початкової обов'язкової інформації як анотації та ключові слова різними мовами, а також списку літератури.

1288. Ефименко А. А. Модель и метод определения размеров печатных плат с учетом множества факторов / А. А. Ефименко, А. П. Карлангач // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – С. 18-26.

Актуальность. Определение размеров печатных плат является важным этапом в процессе проектирования электронной и радиоэлектронной аппаратуры, т. к. от правильного их определения зависят как показатели качества и надежности функционирования, так и экономические, и эксплуатационные показатели. Несмотря на достаточное количество работ, посвященных этим вопросам, не существует методов, которые бы объективно учитывали все множество факторов, влияющих на размеры, и при этом были бы удобными для использования. Поэтому, на практике используется опыт разработчиков, а также известные требования и ограничения к проектируемой аппаратуре. Однако такой подход не приводит к оптимальным результатам при определении размеров печатных плат.

Целью работы является создание модели электронных модулей на основе печатных плат и метода для определения их размеров и, в частности, коэффициента заполнения с учетом множества действующих факторов и применения стандартных размеров печатных плат.

Метод. Метод определения размеров печатных плат учитывает влияние установочной площади электронных компонентов и коэффициента заполнения, который отличается тем, что установлена зависимость КЗ от размеров электронных компонентов и плотности их расположения на печатной плате, а также зависимость вводимого коэффициента пропорциональности от площади печатных плат при использовании их стандартных размеров.

Результаты. Создана модель электронных модулей на основе печатных плат и метод для определения их размеров, который позволяет с минимальными затратами определять размеры печатных плат на ранних стадиях проектирования в условиях ограниченных исходных данных, а также ограничений по типоразмерам печатных плат, устанавливаемых соответствующими стандартами и другими нормативными документами.

Выводы. В результате теоретических исследований решена важная научно-практическая проблема повышения эффективности проектирования печатных плат: получили дальнейшее развитие модель и метод определения размеров печатных плат с учетом множества факторов, определяющих их площадь и размеры. В основе метода лежит установленная зависимость между коэффициентом заполнения и установочной площадью электронных компонентов для разных значений плотности их расположения на печатной плате. Это позволяет с минимальными затратами времени определять размеры печатных плат. Также установлена взаимосвязь между площадью, необходимой для проектируемого электронного модуля и потерями, связанными с требованиями использования стандартных типоразмеров печатных плат и выраженными коэффициентом пропорциональности.

Практическая ценность полученных результатов состоит в их готовности к использованию разработчиками для определения размеров печатных плат, что продемонстрировано соответствующим примером.

1289. Пузікова А. В. Незалежність аксіоматики багатозначних залежностей в реляційних (табличних) базах даних / А. В. Пузікова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – С. 75-81.

Актуальність. Складність розуміння концепції багатозначних залежностей (при викладенні теоретичних основ якої використовується аксіоматичний підхід) в реляційних (табличних) базах даних призводить до проблем їх моделювання, що, в свою чергу, може стати причиною порушення цілісності даних. Частковому вирішенню цих питань сприяє пошук мінімальних за кількістю та потужністю компонент аксіоматик багатозначних залежностей; звідси впливає необхідність встановлення еквівалентності розглядуваних аксіоматик та доведення незалежності їх складових.

Об'єктом дослідження є аксіоматики багатозначних залежностей. Метою роботи є встановлення еквівалентності двох аксіоматик багатозначних залежностей, одна з яких є зменшеною за кількістю та потужністю компонент, та доведення незалежності останньої.

Метод. При побудові доведень використовуються теоретико-множинні та логіко-алгебраїчні методи. Еквівалентність двох аксіоматик багатозначних залежностей встановлено класично: наведено відношення синтаксичного слідування і побудовано послідовності багатозначних залежностей, які є доведеннями правил кожної аксіоматики із складових іншої. Для побудови доведення незалежності аксіоматики запропоновані моделі реляційних схем, такі, що для аксіоми або правила, незалежність яких доводиться, не можна побудувати доведення з множини інших аксіом або правил.

Результати. Встановлено еквівалентність аксіоматики багатозначних залежностей, запропонованої групою вчених Бірі (Beeri), Фагіним (Fagin) і Говардом (Howard) і аксіоматики багатозначних залежностей Біскупа (Biskup). Доведено незалежність останньої аксіоматики у тому розумінні, що без втрати повноти не можна опустити ні єдину аксіому, ні жодне з правил виведення.

Висновки. Доведена незалежність аксіоматичної системи багатозначних залежностей Біскупа, яка має не більше за кількістю та потужністю компонент ніж інші аксіоматики багатозначних залежностей; використання саме такої аксіоматики має переваги при розробці CASE-засобів (Computer-Aided Software Engineering tools), які містять реалізацію зведення схем реляційних баз даних до четвертої нормальної форми, а також при ручному проектуванні логічної моделі реляційної бази даних.

1290. Сравнительный анализ методов оптимизации по стоимостным (временным) затратам планов полного факторного эксперимента / Н. Д. Кошевой, Е. М. Костенко, В. В. Муратов, А. М. Крюков, А. И. Биленко, А. А. Морозов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – С. 54-62.

Актуальность. Предложено применение методов поиска косяком рыб, обезьяньего поиска, прыгающих лягушек для построения оптимальных по стоимости (времени) планов эксперимента при исследовании технологических процессов и систем, позволяющих осуществление на них активного эксперимента.

Цель работы. Сравнительный анализ этих методов оптимизации по стоимостным (временным) затратам планов полного факторного эксперимента.

Метод. Предложены методы построения оптимальной по стоимости (времени) реализации матрицы планирования эксперимента с использованием алгоритмов поиска косяком рыб, обезьяньего поиска, прыгающих лягушек. В начале вводится количество факторов и стоимости переходов для каждого уровня факторов. Затем с учетом введенных данных формируется исходная матрица планирования эксперимента. Метод поиска косяком рыб основан на перестановке столбцов матрицы планирования эксперимента, исходя из суммы стоимостей (времен) переходов между уровнями для каждого из факторов. Косяки рыб формируются по следующему принципу: меньше косяков рыб там, где больше сумма стоимостей (времен) переходов между уровнями факторов. Затем выполняются перестановки косяков рыб, расположенных рядом в матрице планирования эксперимента. При использовании метода обезьяньего поиска столбцы матрицы планирования эксперимента представляют собой деревья. Каждое дерево состоит из ветвей, по которым перемещается обезьяна. Ветвей дерева больше там, где меньше сумма стоимостей (времен) переходов между уровнями факторов. Обезьяна начинает свое движение снизу вверх по каждой ветви дерева. Во время этого выполняется поиск по ветвям, на которых находится обезьяна по минимальному значению суммы стоимостей (времен) переходов между уровнями для каждого из факторов. В методе прыгающих лягушек выполняется определение успешной лягушки по наименьшей стоимости переходов между уровнями для каждого из факторов. После этого выполняются перестановки лягушек. Лягушка стремится к наиболее успешной и при условии нахождения поблизости остается в текущем местоположении. Затем рассчитывается выигрыш по сравнению с исходной стоимостью (временем) проведения эксперимента.

Результаты. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные методы, которое использовано для проведения вычислительных экспериментов по изучению свойств этих методов при исследовании технологических процессов и систем, позволяющих осуществление на них активного эксперимента. Получены оптимальные по стоимости (времени) реализации планы экспериментов, а также приведены выигрыши в результатах оптимизации по сравнению с исходной стоимостью проведения эксперимента. Проведен сравнительный анализ методов оптимизации по стоимостным (временным) затратам планов полного факторного эксперимента.

Выводы. Проведенные эксперименты подтвердили работоспособность предложенных методов и реализующего их программного обеспечения, а также позволяют рекомендовать их для применения на практике при построении оптимальных матриц планирования эксперимента.

1291. Тарасов В. Н. Анализ системы H2/E2/1 и ее аналога со сдвинутыми входными распределениями / В. Н. Тарасов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – С. 90-97.

Актуальность. В теории массового обслуживания исследования систем G/G/1 актуальны в связи с тем, что нельзя получить решения для времени ожидания в конечном виде в общем случае при произвольных законах распределений входного потока и времени обслуживания. Поэтому важны исследования таких систем для частных случаев входных распределений. Рассмотрена задача вывода решения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме для пары систем с обычными и со сдвинутыми гиперэкспоненциальными и эрланговскими входными распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики систем - среднего времени ожидания требований в очереди для двух систем массового обслуживания типа G/G/1 с обычными и со сдвинутыми гиперэкспоненциальными и эрланговскими входными распределениями.

Метод. Для решения поставленной задачи использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Данный метод позволяет получить решение для среднего времени ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли играет важную роль в теории систем G/G/1. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Впервые получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для двойственной пары систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди в замкнутой форме.

Выводы. Получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемых систем и с их помощью выведены расчетные выражения для среднего времени ожидания в очереди для этих систем в замкнутой форме. Показано, что в системах с запаздыванием во времени среднее время ожидания меньше, чем в обычных системах. Полученные расчетные выражения для времени ожидания расширяют и дополняют известную формулу теории массового обслуживания для среднего времени ожидания для систем G/G/1 с произвольными законами распределений входного потока и времени обслуживания. Такой подход позволяет рассчитать среднее время ожидания для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика. Все остальные характеристики систем являются производными от времени ожидания.

Кроме среднего времени ожидания, такой подход дает возможность определить и моменты высших порядков времени ожидания. Учитывая тот факт, что вариация задержки пакетов (джиттер) в телекоммуникациях определяется как разброс времени ожидания от его среднего значения, то джиттер можно будет определить через дисперсию времени ожидания.

Полученные результаты публикуются впервые.

1292. Abramovych A. O. Radio engineering system identification of metals on the basis of eddy-current converters / A. O. Abramovych, Y. S. Agalidi, V. O. Piddubnyi // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – Р. 7-17.

The task of creating a radio system (RS) for identifying metals in the middle of subgroups of magnetic and nonmagnetic metals based on eddy current devices (ECD) is considered. The object of study is the radio identification system.

Objective. Development of a radio system that allows you to expand the possibilities of ECP by identifying a metal in a subset of non-magnetic (copper, gold, silver, etc.) and magnetic (steel, nickel) materials.

Method. A block diagram of the RS, which uses the processing of ECD signals in the time and spectral regions, is proposed. PC allows to identify the type of metal from which the control object (CO) is made, within the subsets of non-magnetic and magnetic materials, which allows to increase the probability of detecting CO hidden in a dielectric medium, made of non-ferrous, precious or ferrous metals.

The validity of the results obtained from the verification of the technique was tested on a laboratory model of the PC, which consists of an analog eddy current part and a microcontroller with ADC to transfer data to a laptop, which implements the methods of signal processing. The article proposes the hypothesis of an informative parameter and a mathematical model that explains the causes of the signal and its form. The possibility of using RS to solve the problem of metal identification within a subset of non-magnetic and magnetic materials has been experimentally confirmed.

Conclusions. Experimental studies carried out confirmed the efficiency of the proposed RS and the methods for processing the ECP signal, the software that implements it, which allows us to recommend it for the development of devices for identifying the metal from which the test object is made. Prospects for further research are to adapt mathematical and software not only to the base of metal images, but also to create images of complex objects, which will make it possible to identify a hidden metal object and thereby expand its capabilities.

1293. Diagnostic system of perception of navigation danger when implementation complicated maneuvers / P. S. Nosov, S. M. Zinchenko, I. S. Popovych, A. P. Ben, Y. A. Nahrybelnyi, V. M. Mateichuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 146-161.

Context. The article focuses on the question of automated decision-making analysis made by the operator in ergatic systems of critical infrastructures on the example of marine transport control in difficult navigation conditions. It is evident enough that the main criterion for an adequate perception of input information done by an operator is highly likely to predict the choice of behavioral decision-making strategies in discrete time conditions. However, the difficulty of modeling the operator's actions is found to be lying in non-linear pattern of taking definite decisions in emergency situations and deviations from the Codes and Rules.

Objective. The research purpose strategy of conducted investigation can be defined as the development of the mathematical platform for a decision support system (DSS) module with an aim to identify the class-forming set of atomic elements. In particular this issue determines the fact of distortion of the perception of information about navigation risks predicting the operator's behavior pattern while having vessel running process. This is possible to have it depicted through formal analysis.

Method. To capture the analysis of danger perception by the operator the paper introduces a mathematical model of data collection which identifies the fact of perception distortion in the form of attribute space of metadata obtained by the method of converting information from navigation devices. Besides, the factor of disorientation of the operator can be considered to be a shift on a displaced bridge which significantly affects on the analysis of information for adequate decision making. In addition, taking into account the failure of navigation equipment such as: RADAR, ARPA, AIS, ECDIS, especially while doing exit from the automatic control mode, a dangerous precedent can possibly be created for the operator not ready to perceive the complexity of the situation. To make it work a formal analysis was carried out using the extending risks possibility level tasks during the transition under these conditions. In addition to this item, a probabilistic model of perceiving the situation under the conditions of the error set is reported to have been constructed. So, as the result, the modeling process turned out to show the definite evidence of getting no way possibility to have the degree of criticality of the navigation situation determined without a clear identification of factors affecting the distortion of perception of the operator. Nevertheless, generalized statistical data are sure to be not enough and there is a special need of taking into account an individual information model of each operator for the effective work of DSS as this process faces real challenges. It must be significantly noticed that in order to analyze the perception of information by the operator a special test for defining preferences when choosing a strategy of control actions in the form of maneuvering under difficult navigation conditions purpose was created. Regarding the test results, as well as data on the passage of locations, certain attention is advised to be drawn to the classification analysis of 15 parameters using artificial neural networks having been carried out by our team and, as a consequence, the boundaries of deviations in the perception of navigational danger were found out and clarified. Additional superior item to be spoken about is certainly the introduction of rules and algorithms having been welcomed into the DSS core including the following: interaction field, RADAR and NIS synchronization tools; actual navigational hazard in a given cartographic area; ships trajectories and, as a result, simulations of probable deviations in the information perception of the operator.

Results. In order to meet beneficial agreement between the effectiveness of the developed DSS with the proposed formal-analytical approaches an experiment was assumed to be appropriate to be conducted using the Navi Trainer 5000 navigation simulator (NTPRO 5000). Based on the foregoing, due to comprehensive results in experiment metadata for the 2.5 years of operation of navigation simulators and DSS software tools the identification of the deviation probabilities in the information perception of dangers was achieved and export the predicted data to new locations for the operator and cartographic areas was performed. Undoubtedly, the experimental investigation confirmed the hypothesis of the study and reflected completely the feasibility of using this DSS to make predictions of possible risks when control the vessel by analyzing the information model of the operator.

Conclusions. Formal-analytical approaches presented in the study combined with the developed DSS software tools and the information itself made it possible to classify the decision-making strategies of the operator when control the vessel and to predict the probability of catastrophic consequences. The feasibility of the proposed models and methods was successfully revealed by carried out experiments.

1294. Dychka I. Data compression in black-gray-white barcoding / I. Dychka, M. Onai, O. Sulema // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 125-134.

Context. In this paper the authors propose a method for data compression to be used for presenting information in the form of 2D matrix barcode. The proposed method is based on both a structural-logical approach and using three colors in a barcode instead of two colors as it is in standard black-and-white barcodes. This approach allows to increase data density keeping the same area as bicolor barcodes take. In the paper authors present the data compression method and demonstrate the barcoding technology.

Objective. The goal of the work is to develop a method of data barcoding that would allow to encode more information in the form of 2D matrix barcode.

Method. The method of tricolor matrix barcoding with compression is proposed. The main idea of the method is to compress input textual information on the stage of alphanumeric sequence transformation into a set of barcode patterns, which will form a resulting barcode symbol. It is possible due to intermediate transformation of input characters from initial notation, which is determined by cardinality of an input alphabet, to a notation defined by cardinality of barcode patterns alphabet. Choice of the input alphabet influences overall compression, and it is an important step of the method to choose the initial alphabets for the textual information to be encoded. Use of three colors over standard two colors is also an important component for creating a barcode symbol with increased informational density. As ternary notation is used, the second transformation from the intermediate notation to the ternary one provides more compression. The proposed method allows to represent more textual data in a single barcode symbol than bicolor barcoding approaches do.

Results. The method of tricolor matrix barcoding with compression has been developed and described. Authors provided an example of the method implementation on test data that had been barcoded using the method.

Conclusions. The experiments conducted for this research have confirmed that the proposed method provides more informational density as compared with black-and-white matrix barcodes. The prospects for further research might include studying noise immunity issue in order to guarantee error-free scanning and increased reliability of the barcode, and extending the barcoding software to be used in any alphabet.

1295. Gurskiy A. A. Algorithms for tuning of the coordinating automatic control systems / A. A. Gurskiy, A. E. Goncharenko, S. M. Dubna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 190-199.

Context. The important task was solved during the scientific research related to the development of the algorithm for tuning of the coordinating automatic control system. The reason why the development of those algorithms is important is because of the progress in field of certain classes of complex multilayered control systems, which provide coordination of the transient processes while the regulating technological parameters.

Objective. The purpose of the scientific work is the minimizing of time and the automation of tuning process for the complex multilevel control systems.

Method. We offer the step-by-step tuning of the double-level coordinating systems of automatic control for the refrigeration facilities in the particular for the refrigerating turbocompressor facilities and systems with the tunnel refrigerating chambers. We offer the block-scheme of algorithms which may be used during the realization of automatic search for the system tuning parameters providing coordination of the transient processes under automatic control.

Results. The experiments were conducted in the MATLAB 2012a environment. The result of the experiments is graphs of certain transient processes obtained on various steps of the tuning for multilevel coordinating automatic control system. Based on the simulation results we have done the conclusion about efficiency of the different algorithms. The possibility for using of the presented algorithms was also considered, particularly the specificity of the functioning of the automatic tuning of the automatic control multilevel system complex.

Conclusion. These experiments have showed the applicability of certain algorithms of step-by-step tuning for the double-level coordinating automatic control system. It is estimated, that the automatic tuning of the automatic control coordinating systems with algorithm utilization will increase the scope of the modern intellectual technologies.

1296. Irodov V. F. Decision-making during limited number of experiments with multiple criteria / V. F. Irodov, R. V. Barsuk // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – P. 200-208.

Context. The mechanism of decision-making during limited number of experiments with multiple criteria are considered. The investigation object is process decision-making for project or control in complex systems with multiple criteria.

Objective. It is necessary to determine optimal (most preferred) parameters of the systems with multiple criteria. It is no the mathematical model of the system, there is limited number of experiments only.

Method. A scheme is proposed for constructing a selection mechanism for decision-making in systems with several criteria for which there is a sample of experimental results. The scheme includes the following procedures: an experimental study of a process with several criteria (functions) depending on its parameters; the use of expert evaluation to build a matrix of preferences for individual implementations; building a function of choosing preferred solutions based on a preference matrix by constructing a mathematical model of preference recognition, formulation and solving the problem of generalized mathematical programming as the final step in building the selection mechanism. The decision-making mechanism depends on the expert assessment procedure when comparing a limited set of results with each other, as well as on the statement of conditions when solving the problem of generalized mathematical programming. Comparison of a finite number of experiments is convenient for expert evaluation. Presentation of the final choice as a result of solving the problem of generalized mathematical programming is convenient for using such a mechanism in automatic control systems already without human intervention.

Results. The proposed scheme of decision-making during limited number of experiments has been applied to decision-making of project management for pellet burner. Experimental decision-making results are presented in the presence of several criteria for a pellet burner of a tubular heater, which confirm the acceptability of the developed decision-making mechanism.

Conclusions. It was proposed the new scheme for constructing a selection mechanism for decision-making in systems with several criteria where there is a sample of experimental results only. The scheme of decision-making is includes the solving the problem of generalized mathematical programming as the final step in building the selection mechanism. For the solving the problem of generalized mathematical programming may be applied the evolution search algorithm.

1297. Melnyk K. V. Decision support technology for sprint planning / K. V. Melnyk, V. N. Hlushko, N. V. Borysova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – P. 135-145.

Context. The article describes the relevant planning process of software projects, planning problems and different solutions to these problems basis on use of the Scrum methodology.

Objective. The purpose of the work is to develop the technology for solving the sprint planning task in the face of uncertainty and possible risks from software development standpoint.

Method. The most used software life cycle models are described. The choice of the Scrum as a widely used representative of agile methodology for software development is justified. An analytical review of the methods for estimation of the complexity of user stories is carried out. The major problems of sprint planning are highlighted. The model of the business process to implement an IT-project by Scrum in the form of an BPMN-diagram has been developed. The algorithm to solve the problem of Sprint Backlog planning with uncertainty has been elaborated. The common process of user stories selection from Product Backlog to Sprint Backlog and ways of solving the possible problems are considered. The task of estimation of labor intensity of user stories and the task of risk evaluation in planning are formalized. The technology of user story selection for Sprint Backlog has been developed. Numerical studies of the decision support technology proposed in the article are carried out. It allows suggesting it as the practical tool during sprint planning. The method of adequacy evaluation of proposed technology is offered. The set of key performance indicators for assessing the team performance is selected.

Results. The sprint planning technology was developed, which project managers, product owners and development teams for increasing the effectiveness of decision-making process can use.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the importance of the proposed decision support technology and allow recommending it for use in practice for planning of software projects. Scientific novelty is to improve the sprint planning process with the assistance of the proposed technology, which alleviates uncertainty while defining labor intensity of user stories and decreases time spent on decision making.

1298. Pandurangaiah Y. A circular shaped multiband semi-compound reconfigurable antenna with frequency and pattern diversity for wireless applications / Y. Pandurangaiah, R. V. Satyanarayana // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 27-35.

Context. The problem of achieving multi band functionality and two or more reconfiguration capabilities by using a single antenna for diversified Wireless communication applications. The objective of the work is to model a prototype that combines the above functionalities.

Objective. The major goal of the work is to produce a very efficient and compact antenna satisfying all the requirements for wireless applications combining semi compound reconfigurability and multi-band functionality for Wireless communication applications.

Method. This paper reports design and investigations on a planar multi-band frequency- and pattern-circular shaped reconfigurable antenna by the use of PIN diodes. It consists of symmetrically placed, seven PIN diodes on each half of the circle cutting the longitudinal axis. By changing the controlled activation of the slots placed on a circular disk which is fed by Coplanar Waveguide feed, the required reconfiguration mechanism is achieved. The antenna can be operated in 8 different modes by the use of 15 PIN diodes. A beam shape pattern reconfigurability is achieved by operating the antenna in all the modes. The basic antenna is a circular disk without slots and is designed to operate at 2.4GHz. Frequency reconfigurability is achieved by changing the overall electrical length of the slot by activating the switches in appropriate positions in different operating modes. Pattern reconfigurability is achieved by maintaining the same overall electrical length in each operating mode but changing the switch positions orient in a particular direction in each half of the circle.

Results. The model has been developed and investigative simulations were carried out using Ansys HFSS.

Conclusions. The proposed antenna resonates at three frequencies 2.2GHz, 4.98GHz and 5.72GHz when operated in pattern reconfigurability mode. A simultaneous frequency reconfigurability along with pattern is achieved with more (at 6.2GHz, 8.2GHz and 9GHz) or less number of new frequency bands (at 7.1GHz) than pattern reconfiguration mode. The area of the antenna occupied is 40 X 60 mm². An acceptable gain is obtained in all of the operating modes. The prototype of the designed antenna has been developed and the simulation results have been verified experimentally.

1299. Semenov D. S. Method for selecting a classified training sample for radar's elevation channels / D. S. Semenov, D. M. Piza // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 1 (52). – P. 36-43.

Context. Under conditions of simultaneous exposure to active and passive interference, the passive component decorrelates the active component of the combined interference in the receiving channels of the surveillance radar, which significantly reduces the effectiveness of its suppression. Therefore, in order to adapt the weight coefficients of the spatial filter during spatio-temporal processing of radar signals, it is necessary, by one method or another, to form a classified training sample generated only by active noise interference.

Objective. The goal is to optimize the choice of a method for generating a classified training sample for various elevation channels of the radar field of view, taking into account the predicted distribution of passive interference in range.

Method. An analytical assessment of the distribution of the most powerful Cb type cumulonimbus cloud systems, followed by mathematical modeling of the effectiveness of the active noise suppression using various training samples generation methods.

Based on the performed analytical calculations, it was shown that in the upper part of the field of view of surveillance radar in the sector of elevation angles from 6° to 30°, the upper boundary of Cb type clouds does not exceed 75 km, which guarantees the absence of passive interference at the end of the radar range. This makes it possible to form a training sample at a time interval located before the radiation of the next probe pulse. In the lower part of the field of view in the sector of angles 0° to 6°, the upper boundary of the clouds is located at a distance of 75-270 km, which does not allow the formation of a training sample at the end of the radar range. It is proposed to use the correlation method, in which the time interval for the formation of the training sample is determined by the "on the fly" analysis of the magnitude of the inter-channel correlation coefficient. The choice of the interval with the highest value of inter-channel correlation during the repetition period allows us to form a training sample with the least influence of passive interference on the process of suppressing the active component of the combined interference. As a result of modeling, it was found that the use of a training sample significantly reduces the duration of the transient process when forming the weight coefficients of the spatial filter and, accordingly, improves the quality of the suppression of active interference.

Conclusions. The scientific novelty of the work lies in the fact that for the first time the problem of individual selection of a classified training sample for the surveillance radar elevation channels has been solved. Practical significance consists in the development of a methodology for analyzing the location of the most powerful cloud systems in range in the radar field of view with varying degrees of influence of passive interference in elevation channels in a real signal-noise environment. To the practical novelty should also include the results of simulation modeling, which confirm the need to choose a method for generating a classified training sample in different elevation channels of the radar viewing area should also be attributed.

1300. Simulation model of the adaptive maintenance procedure of complex radioelectronic facilities / S. V. Lienkov, H. B. Zhirov, I. V. Tolok, Y. S. Lienkov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 63-74.

Context. The process of maintenance of modern radio-electronic facilities is aimed at supporting the serviceability or performance of the facilities during their technical operation. Specifications for achieving high reliability of operation are often contrary to other required characteristics, such as reducing the size of the product, obtaining high accuracy, reducing the cost of operation, etc. Therefore, the problem of the optimal choice of maintenance parameters to solve various tasks of operation using different criteria is relevant.

Objective. The objective of this research is developing approaches to determine the optimal parameters of the process of adaptive maintenance.

Method. Within the framework of the general simulation statistic model of the process of maintenance and repair of a complex facility (REF), we have developed a simulation model for parameter optimization of one of the maintenance strategies. The general simulation statistic model is intended to simulate the process of the TMR of the FEF in order to predict the reliability and value of the facility operation. Optimization of maintenance parameters improves both indicators of reliability of the facility and economic indicators of operation of the facility as a whole. The parameters are optimized on the basis of the criterion of a minimum specific cost of the REF operation or the criterion of the maximum ratio of technical use. In both cases, limitation means the required value of the mean time between failures of the facility, and as a method of optimization, we use the method of directed search within the scope of the maintenance parameters. An expert can participate in the process of finding an optimal solution, being involved in the analysis of intermediate data and making a decision on the completion of the search process.

Results. The improved method of optimizing the maintenance parameters is a mathematical and algorithmic basis for the general software of the simulation statistic model of the maintenance and repair process. The method is programmed and tested in solving testing tasks. The results of the computational experiment are illustrated in the tabular form.

Conclusions. In our work we have developed the simulation model of the process of adaptive maintenance of a complex radio-electronic facility. The model enables to substantially simplify and automate the process of research and optimization of the adaptive maintenance parameters of a complex radio-electronic facility. By adding the least reliable elements gradually to a plurality of items subject to servicing and modeling the random moments of the failure time, the simulation model calculates the optimal maintenance options with the adaptive time of condition monitoring. The simulation model is based on the algorithmic model and algorithmic optimization methods for adaptive maintenance, developed in our research, and works in the ISMPN software environment. As a method of optimization, we use the method of directed search within the scope of the maintenance parameters, with a DN distribution as a mathematical reliability model for electronic components and DM distribution for mechanical components.

The practical value of the research lies in developing software which optimizes the maintenance parameters and predicts the reliability and value of operation for the given REF. The results obtained are to be used when determining the requirements for the parameters of operation of both new facilities and those of the available stock.

1301. Sokolov A. V. Synthesis method of ternary bent-functions of three variables / A. V. Sokolov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 82-89.

Context. Such perfect algebraic constructions of many-valued logic as ternary bent-functions and their truth tables which are called as 3-bent-sequences, are used very often in modern cryptographic algorithms, in particular, in pseudorandom sequence generators. However, today there are no methods for synthesizing the ternary bent-functions class for a number of variables greater than two, which significantly limits the ability to scale the number of protection levels of the of pseudorandom sequence generators based on the ternary bent-functions. This circumstance generates the task of developing methods for the synthesis of ternary bent-functions, which is solved in this paper for the case of ternary bent-functions of three variables. The object of this research is the process of efficiency increasing of the cryptographic algorithms based on the functions of many-valued logic.

Objective. The purpose of the paper is to construct a method for the synthesis of the set of ternary bent-functions of three variables.

Method. The mathematical apparatus of the Reed-Muller transform (algebraic normal form) was used as the basis of the proposed constructive method for the synthesis of ternary bent-functions of three variables. So, on the basis of the established properties of the algebraic normal form of ternary bent-functions and limited enumeration, the search for ternary bent-functions up to affine terms is performed, after which we apply the procedure of reproduction.

Results. As a result of using of the proposed method for the synthesis of ternary bent-functions of three variables, 155844 3-bent-sequences were found up to an affine term, while the cardinality of the full set of found 3-bent-sequences is 12623364. The research performed made it possible to determine that in this set there are 3-bent-sequences of six different weight structures, on the basis of which 12 different triple sets can be compiled for use in pseudorandom sequence generators. A scheme for a cryptographically stable pseudorandom sequence generator based on the found set of 3-bent-sequences of length is proposed. It is shown that the protection levels number of such a generator of pseudorandom sequences is which is comparable with the protection levels number of modern block symmetric cryptographic algorithms, for example, AES-128.

Conclusions. The further development of modern cryptographic algorithms, in particular, cryptographically stable pseudorandom sequence generators, is largely based on the use of perfect algebraic constructions of many-valued logic. For the first time, a constructive method for the synthesis of ternary bent-functions of three variables is proposed. For the found set of ternary bent-functions, the distribution of weight structures is found, and the possible triple sets are established. Based on the constructed set of ternary bent-functions, a pseudorandom sequence generator scheme is proposed that has a protection levels number that is comparable with modern block symmetric cryptographic algorithms. We note that the constructed class of ternary bent-functions can also be used for the synthesis of cryptographically strong S-boxes, codes of constant amplitude, as well as error correction codes. As an actual area of further research, we can note the development of methods for the synthesis of ternary bent-functions of a larger number of variables.

1302. Spevakov A. G. Method of data depersonalization in protected automated information systems / A. G. Spevakov, S. V. Spevakova, D. V. Primenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 162-168.

Context. The problem of data depersonalization in information systems is considered. The analysis of modern approaches to depersonalization of data is carried out, it is revealed and proved by need of creation of the new method allowing to increase security of the processed data and their reliability. The object of the study was a model of data depersonalization, allowing to reduce the cost of protecting information systems.

Objective. The goal of the work is the analysis of modern methods of depersonalization and the creation of a method that eliminates the identified shortcomings, with an increased level of confidentiality and use of hashing of critical data and a private key.

Method. A method of personal data depersonalization is proposed, based on the method of entering identifiers using hashing of critical data and a private key, which allows to increase the confidentiality of information processed in information systems. Methods are proposed for selecting key critical attributes from primary documents that uniquely identify the subject of personal data, the method of generating initial sets, which divides the source data into two disjoint subsets, the method of generating a hash identifier from a unique sequence and a private key that depersonalizes information and enhances its confidentiality.

Results. The developed method is implemented in software and researched while solving the problems of depersonalization.

Conclusions. The carried-out experiments confirmed the efficiency of the proposed method and allow to recommend it for implementation in automated information systems for processing personal data for solving problems of depersonalization. Prospects for further research may be in the creation of hardware streamlined data depersonalization allowing to increase the speed of processing and confidentiality of data in the information systems.

1303. Stenin A. A. Method of uncertain coefficients in problems of optimal stabilization of technological processes / A. A. Stenin, I. G. Drozdovich, M. A. Soldatova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 209-217.

Context. The equivalent transformation method is examined in the given article. Its essence lies in changing of a certain class of non-stationary systems with the stationary ones, for which optimization methods are well processed. Urgency of the method is determined by the fact that in most optimal control methods, developed for continuous systems, tasks are considered in the temporary space using the states space and the matrix theory. All real control objects are known to be non-linear and non-stationary in one way or another. Analysis and synthesis of control systems for such objects is a complex mathematical issue, and its solution is received for some separate occasions for now.

As a result of using the suggested method, when the variable coefficients matrix is known, the task of the non-stationary system optimal control is reduced to the task of the equivalent stationary system optimal control for which solution methods are well-known and well processed.

Objective. Reducing energy intensity and improving the quality of products of various technological processes is an urgent task of the national economy of Ukraine.

Methods. To achieve this goal, we propose a method of modal synthesis of optimal stabilization laws using the method of uncertain coefficients, developed by the authors

Results. Algorithm of synthesis of the optimal controller in the absence and presence of delay in the control loop is developed. The method of selection and correction of the desired spectrum of roots is proposed. To eliminate self-oscillations in the presence of a delay in the control circuit, the R. Bass method is used.

Conclusions. The modal synthesis of optimal laws of stabilization of technological processes is proposed on the basis of the original method of uncertain coefficients. The complexity of the choice of the desired eigenvalues is overcome by the proposed procedure of construction and correction of the spectrum of roots in a closed system of optimal control. To eliminate the occurrence of stable self-oscillations (in the presence of a delay) in the stabilization process near a given trajectory, the Bass's method is proposed to be used. The simulation results confirm the correctness and effectiveness of the results.

1304. Subbotin S. A. The fractal analysis of sample and decision tree model / S. A. Subbotin, Y. A. Gofman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 98-107.

Context. The problem of decision tree model synthesis using the fractal analysis is considered in the paper. The object of study is a decision trees. The subject of study is a methods of decision tree model synthesis and analysis.

Objective. The objective of the paper is a creation of methods and fractal indicators allowing jointly solving the problem of decision tree model synthesis and the task of reducing the dimension of training data from a unified approach based on the principles of fractal analysis.

Method. The fractal dimension for a decision tree-based model is defined as for whole training sample as for specific classes. The method of the fractal dimension of a model based on a decision tree estimation taking into account model error is proposed. It allows to built model with an acceptable error value, but with optimized level of fractal dimensionality. This makes possibility to reduce decision tree model complexity and to make it mo interpretable. The set of indicators characterizing complexity of decision tree model is proposed. The set of indicators characterizing complexity of decision tree model is proposed. It contains complexity of node checking, complexity of node achieving, an average model complexity and worst tree model complexity of computations. On the basis of proposed set of indicators a complex criterion for model building is proposed. The indicators of the fractal dimension of the decision tree model error can be used to find and remove the non-informative features in the model.

Results. The developed indicators and methods are implemented in software and studied at practical problem solving. As results of experimental study of proposed indicators the graphs of their dependences were obtained. They include graphs of dependencies of number of hyper blocks covering the sample in the features space from size of block side: for whole sample, for each class, for different set error values and obtained error values, for varied values of resulted number of features and instances, also as graphs of dependencies between average and worst tree complexities, decision tree fractal dimensionality and tree average complexity, joint criterion and indicator of feature set reduction, and between joint criterion and tree fractal dimensionality/

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed mathematical support and allow recommending it for use in practice for solving the problems of model building by the precedents.

1305. Sulema Y. Multimodal data processing based on algebraic system of aggregates relations / Y. Sulema // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 169-180.

Context. In many engineering tasks where the monitoring of changes in the characteristics of an observation object, subject, or process is required, it is necessary to process multimodal data recorded with respect to time moments when these characteristics are registered. In this paper, the author presents a new approach to solving the problem of multimodal data structures timewise processing, which allows to simplify the processing of such data by using the mathematical apparatus of an algebraic system of aggregates and thereby reduce the requirements to computing resources. The algebraic system of aggregates operates with such specific data structures as aggregates and multi-images. These complex data structures can be obtained as a result of data measuring, generating, recording, etc. The processing of such multimodal data can also require discrete intervals processing.

Objective. The goal of the work is to formalize the relations between basic mathematical objects defined in the algebraic system of aggregates, such as elements, tuples and aggregates, as well as the data structures based on these mathematical objects, namely, discrete intervals and multi-images.

Method. The research presented in this paper is based on both the algebraic system of aggregates and the concept of multi-image which enable multimodal data timewise processing. A carrier of the algebraic system of aggregates is an arbitrary set of specific structures - aggregates. An aggregate is a tuple of arbitrary tuples, elements of which belong to predefined sets. Aggregates can be processed by using logical, ordering, and arithmetical operations defined in the algebraic system of aggregates. A multi-image is a non-empty aggregate, the first tuple of which is a tuple of time values. Such tuple of time values represents a certain discrete interval. To process discrete intervals and multi-images, a set of relations is defined in the algebraic system of aggregates. This set includes relations between tuple elements, relations between tuples, and relations between aggregates. The relations between tuples enable arithmetical comparison, frequency comparison, and interval comparison. This mathematical apparatus can be used for both complex representation of object (process) multimodal characteristics and further timewise processing of data represented as multi-images.

Results. The approach to discrete intervals and multi-images processing based on relations, which are defined in the algebraic system of aggregates, has been developed and presented in the paper. The author provides examples of the developed approach practical implementation.

Conclusions. The results obtained in the research presented in this paper has shown that the relations defined in algebraic system of aggregates enable processing of complex data structures named multi-images in data modelling, prediction and other tasks. To allow data processing with respect to time scale, discrete intervals can be employed. A discrete interval is a tuple of time values. In the paper, the author shows how relations for discrete intervals comparison can be used for solving practical tasks. Besides, the author presents the software tools which can be used for practical implementation of the given theoretical approach by employing the domain-specific language ASAMPL.

1306. Tanygin M. O. A method of the transmitted blocks information integrity control / M. O. Tanygin, H. Y. Alshaeaa, E. A. Kuleshova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 181-189.

Context. For the proper operation of the hardware and software systems, it is necessary that the hardware component receives data only from the corresponding software. Otherwise, the data received from extraneous programs that can be perceived and processed by the device, which can lead to errors in the operation of the device or even a complete loss of its functionality or data.

Objective. In order to increase the reliability of legal software data and identify the challenges of the transfer of blocks, this article focuses on a comprehensive study of the problems arising from the transmission of information in the form of separate data blocks.

Method. The methods of integrity control in modes of transmission are described. The method based on hashes and block delivery time is analyzed in detail, analysis the methods of reducing the probability of errors occurring in the receiver and the possibility of reducing the reception of the extraneous blocks when receiving individual blocks of information. This is done by using a set of mathematical equations. And measure the extent of the effect of intensity of receiving extraneous blocks and hash field length.

Results. In the process of analyzing systems in which information is transmitted by block, when using the method of formation of information chains based on the method the hashes and the delivery time of the block, where we note, when the value of the hash field is equal to 6 or more, the probability of occurrence of duplicate branches is acceptably low. Where, when hash field more then 6, the parameter of length of a chain practically does not affect the final probability of constructing a chain from the extraneous blocks. The very same value of the probability of constructing a false chain, the length exceeding the chain of legal blocks at hash field more 6 is about 10^{-3} , which it's acceptable for real information transmission systems.

Conclusions. Based on the analysis, we can conclude that in systems in which information is transmitted block by block, when using the method of generating information chains based on the hash and block arrival time, with a hash field of 6 or more, the probability of occurrence of duplicate branches is acceptably low.

1307. Tyurin S. F. LUT based fredkin gate / S. F. Tyurin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 1 (52). – P. 44-53.

Context. The concept of existing computers when achieving nanoscale hardware has almost exhausted itself. This also applies to computing power and related energy costs. Reversible computing, for example billiard-ball computer, is the base model of the quantum computing which are considered to be the prospect of IT technology. Billiard-ball computing is energy-effective computing or green computing. Base of such paradigm are special logic gates. However, the mathematical apparatus for creating such computers has not yet been fully developed. The problem is that for new reversible elements that have a one-to-one correspondence between inputs and outputs, the application of well-known methods of analysis and synthesis encounters certain difficulties. So, for example, it is forbidden to use branching, which significantly complicates the synthesis. Reversible elements should provide signal transmission in the forward and reverse directions, which is in principle feasible in binary logic based on tri-states buffers, but significantly complicates the device, increases the crystal area and power consumption, which they are designed to reduce.

Objective. The goal of the work is the analysis of the functionally complete reversible gates that named Toffoli gate, Fredkin gate, the analysis of the binary full adder, based on Fredkin gates and to design method for circuits based proposed gate.

Methods. Analysis of the digital circuits with Boolean algebra. Synthesis digital circuits with proposed decomposition method. Design Fredkin gate in term of the FPGA's Look up Table. Simulation of proposed element in the system NI Multisim by National Instruments Electronics Workbench Group.

Results. Analysis of the full adder based on Fredkin gates. Synthesis method of the reversible circuits based on Fredkin gates. LUT based Fredkin gate and it simulation.

Conclusions. The conducted studies allows us to build circuits based on Fredkin gates from proposed novel elements.

№ 2

1308. Авдєєв В. В. Редукований пристрій спостереження в системі стабілізації руху ракети / В. В. Авдєєв // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 2 (53). – С. 165-172.

Актуальність. Особливість руху ракети як об'єкта управління у тому, що в процесі польоту її параметри залежно від точки траєкторії і витрату палива суттєво змінюються. Це відноситься також і до збурювальних сил, які не можуть бути безпосередньо виміряні системою датчиків. Відповідно встановлюються вимоги до стабілізації руху, зокрема, до вибору закону регулювання і потужності виконавчого пристрою, яка через неповну інформацію про збурення призначається виходячи із оцінок їх максимальних значень, що спричиняє зменшення корисного навантаження ракети. Потреба в спостереженні кінематичних характеристик виконавчого пристрою в процесі компенсації збурень обумовлена необхідністю визначення фактичного рівня його завантаження з метою обґрунтування проектних показників і зростанням вимог до ефективності алгоритмів вибору закону регулювання.

Мета роботи розробка структурної схеми пристрою спостереження еквівалентного кута повороту рульового органу системи стабілізації і його кутової швидкості, що безпосередньо не вимірюються, але входять до вектору стану об'єкту управління, під яким мається на увазі збурений рух ракети в одній із площин стабілізації.

Метод. Прийнята лінійна стаціонарна в околі певної точки траєкторії модель плоского руху ракети космічного призначення із врахуванням інерції виконавчого пристрою системи стабілізації у вигляді шести лінійних диференціальних рівнянь першого порядку. Доступними для виміру у реальному часі прийняті чотири координати вектору стану об'єкту управління відхилення центра мас ракети від програмного положення, кут повороту корпусу та їх похідні за часом. Шляхом подання матриці, що входить до моделі об'єкту управління - збурений рух корпусу у площині riskання, у вигляді блоків отримані диференціальні рівняння редукованого пристрою спостереження кінематичних параметрів виконавчого пристрою - еквівалентного кута повороту рульового органу і його кутової швидкості. На основі цих рівнянь розроблені два варіанти структурної схеми, до складу яких входять інтегратор і лінійні блоки множення матриць.

Результати. Розроблена структурна схема редукованого пристрою спостереження кута повороту рульового органу виконавчого пристрою і його кутової швидкості при компенсації збурювальних сил для випадків використання і невикористання цих даних в законі регулювання.

Висновки. Отримані на підставі даних вимірювання поточні значення кінематичних характеристик виконавчого пристрою можуть бути використані для встановлення рівня його фактичного завантаження і при необхідності формування закону регулювання, в якому враховуються всі координати вектору стану прийнятої моделі.

1309. Метод ранжирования альтернатив при проведении процедуры коллективного экспертного оценивания / К. Э. Петров, А. А. Дейнеко, О. В. Чалая, И. Ю. Панферова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – С. 84-94.

Актуальность. Решена актуальная задача построения математической модели коллективного многокритериального экспертного оценивания альтернатив, которая является составной частью проблемы автоматизации интеллектуального процесса принятия решений.

Цель работы состоит в разработке метода определения относительных коллективных многокритериальных оценок альтернатив и их последующего ранжирования на основе информации о личных предпочтениях экспертов.

Объектом исследования является процесс анализа и принятия решений в условиях многокритериальности. Предметом исследования являются методы структурной и параметрической идентификации моделей многокритериального оценивания альтернатив.

Метод. В работе предлагается подход к построению модели коллективного многокритериального оценивания альтернатив на основе информации об установленных экспертами отношений частичного порядка на множестве имеющихся альтернатив. Предложен метод структурной и параметрической идентификации модели многокритериального оценивания, основанный на идеях теории компараторной идентификации. Показано, что решение задачи выбора структуры модели оптимальной сложности целесообразно проводить в классе полинома Колмогорова-Габора. Для нахождения параметров модели оценивания предлагается использовать способ, который базируется на вычислении чебышевской точки. Показано, что в этом случае задачу параметрической идентификации модели можно привести к стандартной задаче линейного программирования. Полученные на основе синтезированной математической модели скалярные коллективные многокритериальные оценки альтернатив позволяют сравнивать их между собой по "качеству" и, таким образом, выделить "наилучшую" из них или проводить их ранжирование.

Результаты. Разработан подход к построению математической модели коллективного многокритериального экспертного оценивания, на основе которой можно определять групповые обобщенные оценки альтернатив, а также проводить их ранжирование. Приведены результаты имитационного моделирования, которые демонстрируют практическую реализуемость и эффективность предложенного подхода.

Выводы. Существенным преимуществом подхода является возможность использования только нечисловой информации о предпочтениях экспертов. Это позволяет частично решить проблему субъективизма суждений экспертов в ходе принятия решений и снизить затраты на проведение коллективного экспертного оценивания альтернатив. Синтезированная модель коллективного экспертного оценивания может служить основой для решения задач оценки качества различных проектов, инвестиционного менеджмента, стратегического планирования, разработки проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений. В перспективе следует рассмотреть возможность дополнения представленного подхода возможностью учета оценок качественного состава и компетентности отдельных экспертов, входящих в группу.

1310. Процько І. О. Особливості обчислення твірних масивів для синтезу швидких алгоритмів ДКП I-IV / І. О. Процько // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 2 (53). – С. 149-157.

Актуальність. Дискретні косинусні перетворень забезпечують високу ефективність застосувань в сучасних засобах оброблення інформації. Адже обчислення прямих і зворотних перетворень в дійсній області особливо актуально для ефективного розв'язання конкретних практичних завдань у сфері інформаційних технологій. Застосування швидких перетворень зі значним зменшенням обчислювальних затрат вимагає розробки нових ефективних методів синтезу алгоритмів та їх виконання для різних видів дійсних дискретних косинусних перетворень.

Мета роботи - визначення відмінностей та спільних особливостей обчислення твірних масивів для синтезу швидких алгоритмів чотирьох основних видів дискретних косинусних перетворень на основі циклічних згортків.

Метод. В роботі виконано аналіз особливостей обчислення твірних масивів на основі циклічного розкладу підстановки, яка визначається з рядків/стовпців аргументів базисних функцій ядра дискретного косинусного перетворення.

Результати. Підсумком дослідження є визначення та узагальнення основних відмінностей та спільних особливостей обчислення твірних масивів для формування блочно-циклічних структур в базисних матрицях дискретних косинусних перетворень довільних обсягів.

Висновки. У проведеному дослідженні проаналізовано особливості обчислення твірних масивів для чотирьох основних видів дискретних косинусних перетворень. Основна ідея застосування узагальненого математичного апарату для ефективного обчислення різних видів дискретних косинусних перетворень на основі циклічних згортків полягає у використанні твірних масивів, що містять стислий опис блочно-циклічної структури базису перетворення. Твірні масиви визначаються за допомогою циклічного розкладу підстановки і забезпечують приведення базисної матриці перетворення до набору циклічних зліва підматриць. Аналіз особливостей вибору послідовностей підстановки, виконання циклічного розкладу підстановки, відбір підмасивів для формування твірних масивів забезпечують можливість ефективної організації обчислень для різних видів та обсягів дискретних косинусних перетворень.

1311. Рибачок Н. А. Використання сесійних метрик при плануванні завдань в системах волонтерських обчислень у браузері / Н. А. Рибачок, Б. Б. Орос // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 2 (53). – С. 158-164.

Актуальність. Дослідження присвячено розробці адаптивного методу планування завдань у системах розподілених волонтерських обчислень у браузері. Це дає можливість видавати кожному волонтеру пакет завдань для обчислень в залежності від характеристик його обчислювального процесу. При цьому продуктивніші користувачі будуть отримувати більший обсяг завдань, зменшуючи навантаження на сервер та сприяючи масштабуванню обчислень; менш продуктивні клієнти будуть отримувати менший обсяг завдань, вирішуючи проблему надлишкових блокувань вхідних даних.

Мета. Метою роботи є підвищення ефективності систем розподілених волонтерських обчислень у браузері шляхом використання сесійних метрик при плануванні завдань.

Метод. У роботі описано сесійні метрики, які визначають особливості поведінки користувачів-волонтерів. На їх основі введено показники, які характеризують перебіг обчислювального процесу на системах користувачів. Запропоновано формулу для обчислення обсягу пакету завдань для видачі клієнту, яка враховує продуктивність системи клієнта та тенденції протікання процесів на його системі. На основі існуючої системи волонтерських обчислень виконано моделювання процесу проведення обчислень із використанням різних методів розрахунку обсягу пакетів завдань. Для оцінки ефективності таких систем використано сумарну кількість звернень користувачів до серверної частини та сумарну кількість обчислених результатів.

Результати. Запропонований підхід застосовано в існуючій системі проведення волонтерський обчислень. Порівняння результатів роботи запропоновано методу із існуючими показало зменшення навантаження на сервер та пришвидшення отримання результатів обчислень при використанні сесійних метрик.

Висновки. Проведене моделювання підтвердило зручність та ефективність використання сесійних метрик при плануванні завдань. Представлений підхід забезпечує можливість масштабування систем розподілених волонтерських обчислень. Перспективи подальших досліджень полягають у використанні статистичних даних користувача та інформації від його браузера для обчислення обсягів даних, що передаються клієнту.

1312. Analysis of the synchronism entering process robustness in uav's radio control line with FHSS / O. M. Roma, S. V. Vasylenko, Y. V. Peleshok, S. V. Honenko, B. A. Nikolayenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 15-24.

Context. The experience of joined forces operation in the east of the country has shown that in the process of completing tasks, an unmanned aerial vehicle (UAV) is forced to operate in a rather difficult environment. The most significant is the problem of ensuring the transfer of command commands between the aircraft and the ground control post in the face of powerful intentional interference by the enemy.

The work as a UAV control channel proposes the use of frequency-hopping spread spectrum (FHSS). When constructing the UAV control line with the FHSS, the main consideration should be given to the process of entering synchronism as the primary one in relation to the process of transmitting control commands.

Within this problem, it is necessary to evaluate the noise immunity of the process of entering into the synchronism of the UAV control line with the FHSS in the conditions of powerful intentional interference of the enemy.

Objective. The purpose of the article is to analyze the noise immunity of the process of entering into the synchronism of the UAV radio control line with the FHSS in the conditions of the powerful intentional interference of the enemy.

Methods. In the work, on the basis of the developed simulation model (SM) of the process of entering into synchronism of the UAV control line with the FHSS, a number of experiments and estimation of the noise immunity of the process of entering into the synchronism of the UAV control line with the FHSS under conditions of powerful intentional interference.

Results. Using the developed SM, the dependence of the probability of true and false occurrence in the synchronism of the UAV control line with the FHSS for one cycle, one sub-cycle and one frequency position of transmission from different values of the signal-to-noise ratio at the affected and unaffected frequency of entry for different values characterizing interference. The simulation results are presented as graphs.

Conclusions. Comparison of the simulation results with the analytical ones confirms the adequacy of the synthesized mathematical model of the process of entering into the synchronism of the UAV control line with the FHSS and allows to determine the optimal parameters of the algorithm of entering the synchronization that will be satisfied.

1313. Analytical methods of calculation of powered and passive trajectory of reactive and rocket-assisted projectiles / O. V. Majstrenko, V. V. Prokopenko, V. I. Makeev, E. G. Ivanyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 173-182.

Context. Within the framework of the accepted simplifying hypotheses, an approximate scheme of calculation of the parameters of the active and passive sections of the trajectory is proposed, which allow to study the trajectory properties of the existing as well as perspective samples of the reactive and rocket assisted projectiles. The object of the study is a model for the calculation of the trajectories of the reactive and rocket assisted projectiles based on a nonlinear system of differential equations of motion of the center of mass of the solid.

Purpose. The purpose of the work is to propose for practical apply a new system of corrections in the range and direction for deviation of the flight conditions of the projectiles from the table value, based on the calculations of elements of the trajectory of the projectiles at the end of the active section of the trajectory, which greatly improves the accuracy of preparation of installations for firing and as a result the effectiveness of hitting the target.

Objective. The goal of the work is to propose a new system of corrections in the range and direction for deviation of the flight conditions of the projectiles from the table value, based on the calculations of elements of the trajectory of the projectiles at the end of the active section of the trajectory, which greatly improves the accuracy of preparation of installations for firing and as a result the effectiveness of hitting the target.

Method. The proposed analytical method allows to: determine the set of indicators characterizing the process of approaching the rocket projectile from the guide and clarify the initial conditions necessary to solve the system of equations of motion on the active section of the trajectory; which is regarded as a standalone trajectory that affects the course of the projectile's flight on the active section of the trajectory. The calculation of the passive trajectory plot for rocket projectile and the second passive plot for active rockets projectile is necessary to obtain the trajectory parameters at the point of fall (in the vicinity of the target) which is important for the correction of fire in the subsequent defeat of the target by reactive (active-reactive) projectile's (mortar shells).

Results. The developed calculation method was tested in the estimation of the accuracy of the calculation of the elements of the trajectory of projectile movement.

Conclusions. The calculations performed on the basis of the developed analytical method confirm the workability of the proposed mathematical support and allow recommending it for practical use in solving problems of external ballistics with the prospect of optimizing the trajectory of motion of controlled and unmanaged flying objects. Prospects for further research are to create consistent methods for calculating tactical and technical indicators of new types of ammunition.

1314. Avramenko V. V. Operative recognition of standard signal types / V. V. Avramenko, V. M. Demianenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 75-83.

Context. Recognizing the type of function regardless of its parameters is an urgent task.

Objective. To develop methods for the operational quantitative measurement of deviations of the type of the analyzed function, representing the analyzed process, from the standard types of functions: power, polynomial, exponential and sinusoidal according to the data obtained at the current time.

Method. To solve the problem, methods based on disproportion functions have been developed. The existing disproportion functions and their application for the recognition of power and polynomial functions are given. To recognize the exponential and sinusoidal functions at the current time, the disproportion over the first-order derivative with respect to its derivatives is used. With the parametric specification of functions, it is the difference between the ratios of the values of two functions and the ratio of their first derivatives for a given parameter value. In the case of a proportional relationship between two functions, this disproportion function is equal to zero for any value of the proportionality coefficient. It is shown that if for a given value of the argument the disproportion over the first-order derivative of the analyzed function with respect to its first derivative is zero, this is a sign that the function is exponential at this point regardless of its parameters.

To control the sinusoidality at the current time, the disproportion over the first-order derivative of the analyzed function with respect to its second derivative is calculated. If it is zero, this is a sign that the function is sinusoidal at a given point regardless of its amplitude, frequency and phase of the oscillations. It is shown that in this way it is also possible to control the sum of sinusoids with different amplitudes and phases, but with the same frequency. You can also control second-degree sine waves.

Results. The effectiveness of the proposed methods is shown by computer simulation of the decay of radioactive isotopes, as well as simulation in violation of the sinusoidal nature of the controlled process.

Conclusions. Based on the disproportion functions, methods have been developed for the operative recognition of the type of function that describes the analyzed process. These methods can be used to analyze chemical-technological processes, control the purity of radioactive isotopes, and also to control the sinusoidality of processes in electrical networks.

1315. Design timed FSM with VHDL moore pattern / M. A. Miroshnyk, A. S. Shkil, E. N. Kulak, D. Y. Rakhlis, A. M. Miroshnyk, N. V. Malahov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 2 (53). – P. 137-148.

Context. The relevance of the work consists in the development of computer-aided design methods for automatic real-time logic control devices by developing a single template in a synthesized subset of the hardware description language in the style of automata-based programming with implementation on the PLD hardware platform (FPGA, CPLD). Development of the description template for timed control finite state machines (FSM) in the hardware description language VHDL, automated synthesis and implementation of the model in PLD (FPGAs, CPLDs) using Xilinx ISE, subsequent analysis of the received circuit implementation for compliance with values of timing parameters of the circuit after implementation.

Objective. The aim of the work is to develop principles for constructing models of timed control FSM in the VHDL hardware description language. In this work, we solved the problem of constructing a pattern for describing models of timed control Moore FSM using VHDL, automated synthesis and implementation of the obtained VHDL model in PLDs (FPGA, CPLD) using Xilinx ISE and subsequent analysis of the resulting circuit implementation for compliance with values of timing parameters of the circuit after implementation.

Method. Realization of models' parameters of timed FSM in logical control systems using VHDL statements. Development of VHDL language constructions of timed FSM models for timing parameters implementation that provide the correct automated synthesis and implementation of these models in PLDs (FPGA, CPLD) using CAD tools Xilinx ISE.

Results. Synthesis and implementation of proposed templates of VHDL-models of timed control Moore FSM in logic control systems by XILINX ISE CAD tools confirmed the receipt of not redundant circuits in PLD (FPGA, CPLD), and simulation after implementation showed the efficiency of such models.

Conclusions. The work solves the problem of computer-aided design of timed control FSM in real-time logic control systems. To solve this problem, VHDL-models of timed control Moore FSM were developed, which made it possible to implement control FSM with time constraints, timeouts and output delays. Automated synthesis and simulation of VHDL models based on the developed templates confirmed the efficiency and correctness of the proposed models.

The scientific novelty of the work consists in the further development of methods for constructing templates of HDL models of timed control Moore FSM, which made it possible to implement control FSM with time constraints, timeouts and output delays, as well as perform their correct automated synthesis and simulation.

The practical value of results is in the development of procedures for constructing VHDL models of timed Moore control FSM in real-time logic control systems, which made it possible to automate the synthesis of control FSM taking into account the possibility of processing external events and implementing arbitrary delays for output signals and to increase the flexibility and speed of designed systems. The developed procedures can be useful for designers of timed control FSM in Xilinx ISE.

1316. Dostalek L. Multi-factor authentication modelling / L. Dostalek, J. Safarik
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 106-116.

Context. Currently, institutions and companies face massive cyber-attacks. Attacks are always focused on some authentication weakness that is part of a particular authentication protocol. In the event of an attack, it is necessary to respond flexibly to the weakening of authentication mechanisms. In the event of an attack, it is necessary to quickly identify the affected authentication factor and its importance to temporarily weaken. Subsequently, it is possible to detect the affected weakness and weaken the meaning of only the algorithms showing this weakness. Algorithms that do not show this weakness should be left unchanged. This paper introduces a mathematics model of authentication. By quick changing the model parameters, we can flexibly adapt the use of authentication means to the situation.

Objective. The purpose of this work is to propose a method that will allow to quantify the strength (quality) of authentication. In order it will be possible to dynamically change the authentication method depending on the current risks of attacks.

Method. The method is to design a mathematical model and its simulation. The model is then based on the sum of the strengths of the individual authentication factors. A risk-based mechanism is used to determine model parameters.

Results. The paper then demonstrates the simulation results using commonly used authentication means. The paper then demonstrates the simulation results using commonly used authentication means: password, hardware based one-time password, device fingerprint, external authentication, and combination of this methods. Simulations have shown that using this mathematical model makes it easy to model the use of authentication resources.

Conclusions. With this model, it seems easy to model different security situations. In the real situation, the model parameters will need to be refined as part of the feedback assessment of the established security incidents.

1317. Improving the accuracy and reliability of automatic vessel motion control system / S. M. Zinchenko, A. P. Ben, P. S. Nosov, I. S. Popovych, P. P. Mamenko, V. M. Mateichuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 183-195.

Context. There were considered the issues of improving the accuracy and reliability of automatic vessel motion control systems in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators. The object of research is the process of automatic vessel motion control in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators. The subject of research is a method and algorithms for improving the accuracy and reliability of automatic vessel motion control systems in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators.

Objective. The aim of the research is development a method and algorithms for improving the accuracy and reliability of automatic vessel motion control systems in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators.

Method. This goal is achieved by using in onboard controller of the automatic vessel motion control systems an observer to estimation the parameters of the state vector in the linear motion channel by measurements of linear speed and position sensors; estimation the parameters of the state vector in the angular motion channel by measurements of rotational speed and angular position sensors; continuous monitoring of the measured information by comparing it with the obtained estimations; correction estimations in the linear motion channel by measurements of linear speed and position sensors that have passed control; correction estimations in the angular motion channel by measurements of rotational speed and angular position sensors that have passed control; formation of a sensor failure in the linear motion channel (linear speed sensor or position sensor), if its measurements differ from the corresponding estimations for a greater than permissible value, to parry the failure in the linear motion channel by disconnecting the failed sensor from the observer and further estimation according to another sensor working in pairs; formation of a sensor failure in the angular motion channel (rotation speed sensor or angular position sensor), if its measurements differ from the corresponding estimations for a greater than permissible value, to parry the failure in the angular motion channel by disconnecting the failed sensor from the observer and further estimation according to another sensor working in pair; formation of an actuators failure in the linear motion channel (engine, automation or other device) if a simultaneous or sequential failure of both sensors were detected - linear speed sensor and position sensor, actuator failure alarm in the linear motion channel; formation of an actuators failure in the angular motion channel (rudders, drives, other devices) if a simultaneous or sequential failure of both sensors were detected - rotation speed sensor and angular position sensor, actuator failure alarm in the angular motion channel. This method and algorithms make it possible to improve the accuracy and reliability of automatic vessel motion control processes in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators.

Results. The proposed method and algorithms for improving the accuracy and reliability of automatic vessel motion control systems in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators were verified by mathematical modeling in the MATLAB environment of the control object movement in a closed circuit with a control system for various types of vessels, navigation areas, weather conditions and cases of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators.

Conclusions. The results of mathematical modeling confirmed the efficiency of the developed method and algorithms and allow to recommend them for practical use in the development of mathematical support for automatic vessel motion control systems in conditions of large deviations in sensors measurements during maneuvering and failures of sensors and actuators.

1318. Kodnyanko V. A. Two algorithms for global optimization of one-variable functions based on the smallest estimate distances between extremes and their number / V. A. Kodnyanko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – Р. 36-43.

Context. Making managerial decisions is often associated with solving one-dimensional global optimization problems. The most important property of global optimization methods is their speed, which is determined by the number of calls to the objective function in the optimization process.

Objective. Development of high-performance algorithms global for optimizing the function of one variable, based on conditions that allow you to bring the problem to a form that opens up the practical possibility of obtaining a solution with a given accuracy.

Method. Two algorithms of conditional global optimization of a function of one variable are considered. The first is based on estimating the smallest distance between neighboring local extrema and allows you to find the global minimum of the goal function and, if necessary, all its local extrema. The second is suitable for finding the global minimum of a function if the number of local extrema in the uncertainty interval is known in advance. Both algorithms are based on segmentation methods of the initial uncertainty segment. The local extremum on a segment is determined by three or four points. An approach is proposed that, in most cases, allows localization of the extremum at three points, which provides savings in the calculation of digital filters, thereby contributing to an increase in the speed of the algorithm.

Results. The results of solving optimization problems and data on the effectiveness of the proposed algorithms are presented. A comparative analysis of the speed of the developed algorithms and well-known algorithms is carried out on the example of solving test problems used in world practice to assess the effectiveness of global optimization algorithms. Examples of the practical use of algorithms are given. The analysis of the data obtained showed that according to the number of calls to the objective function, the algorithms in the sequential computing mode work several times faster than modern high-speed algorithms with which they were compared.

Conclusions. The data presented indicate the efficiency and high speed of the proposed algorithms. Their speed will be even higher if the stated ideas of algorithmization are extended to parallel computations. This suggests that the proposed algorithms can find practical application in the global optimization of functions of the considered classes of problems.

1319. Koshevoy N. D. Application of the fish search method for optimization plans of the full factor experiment / N. D. Koshevoy, E. M. Kostenko, V. V. Muratov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 44-50.

Context. An application of the method of searching for schools of fish to construct optimal experiment plans for cost (time) in the study of technological processes and systems that allow the implementation of an active experiment on them is proposed.

Object of study. Optimization methods for cost (time) costs of experimental designs, based on the application of a school of fish search algorithm.

Objective. To obtain optimization results by optimizing the search for schools of fish for the cost (time) costs of plans for a full factorial experiment.

Method. A method is proposed for constructing a cost-effective (time) implementation of an experiment planning matrix using algorithms for searching for schools of fish. At the beginning, the number of factors and the cost of transitions for each factor level are entered. Then, taking into account the entered data, the initial experiment planning matrix is formed. The school of fish search method is based on the rearrangement of the columns of the experiment planning matrix, based on the sum of the costs (times) of transitions between levels for each of the factors. Fish schools are formed according to the following principle: fewer schools of fish where the sum of the costs (times) of transitions between levels of factors is greater. Then, rearrangements of schools of fish located nearby in the experiment planning matrix are performed. Then the gain is calculated in comparison with the initial cost (time) of the experiment.

Results. Software has been developed that implements the proposed method, which was used to conduct computational experiments to study the properties of these methods in the study of technological processes and systems that allow the implementation of an active experiment on them. The experimental designs that are optimal in terms of cost (time) are obtained, and the winnings in the optimization results are compared with the initial cost of the experiment. A comparative analysis of optimization methods for the cost (time) costs of plans for a full factorial experiment is carried out.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed method and the software that implements it, and also allows us to recommend it for practical use in constructing optimal experiment planning matrices.

1320. Method of solution of complex optimization problem for formation of component column of technique and route selection of its movement by non-stationary road network / O. V. Borovyk, R. V. Rachok, L. V. Borovyk, I. O. Basaraba // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 25-35.

Context. Effective solution of a number of application problems related to transportation, as a rule, depends on the solution of two problems: the correct formation of the composition of the column of technique and the successful choice of the route of its movement. Each of the problems is optimization, the methods of solving which are currently being worked out. Theoretical studies of each of the individual problems and their practical applications indicate their interdependence, which has not yet been fully studied. Practical applications necessitate the development of a suitable scientific and methodological apparatus.

Objective. The purpose of this work is development of a method for solving a complex optimization problem of forming a column of vehicles and choosing the route of its movement on a non-stationary road network.

Method. The mathematical model of solving the optimization problem of complex formation of the composition of the column of machinery and the choice of its route of motion is proposed. A heterogeneous set was used to describe the array from which the vehicles were selected. A graph was used to describe the road network. As a criterion for the optimality of the complex problem is the minimization of time spent on moving. The peculiarity of the model is to take into account the possibility of dynamically changing the time weights of edges of the graph when implementing the movement of a column of machinery along the chosen route. Based on the use of this model, a method is proposed, which provides a comprehensive choice of the composition of the column of equipment and optimal routes of its movement on a non-stationary road network.

Results. The article proposes an algorithm that provides the solution of the optimization problem of complex formation of the composition of machinery column and the choice of its route of motion in terms of time-fixed edges that describe the network of roads. The features of application of the proposed algorithm are given. Using the developed software, the choice of technique from an existing inhomogeneous array and the choice of a route on a graph with a non-stationary time weight of edges was investigated. The example shows the imperfection of decisions regarding the complex formation of the column composition and the choice of its optimal route of travel on a non-stationary network of roads obtained using classical methods.

Conclusions. Not taking into account the impact of a possible change in traffic conditions, as evidenced by a change in the time weights of the edges of the graph describing the road network, on the composition of the column of machinery can lead to suboptimality of the obtained solutions using classical methods of forming the composition of the column and finding the shortest route in the graph. The method proposed in this study can be used to obtain the optimum composition of the column and the route, taking into account the change in road conditions during the movement of the column. The obtained results extend the possibilities of the theory of discrete optimization and the theory of graphs.

1321. Modified change-of-basis conversion method in $GF(2^m)$ / I. A. Dychka, V. P. Legeza, M. V. Onai, A. I. Severin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 117-128.

Context. When cryptographic applications and data transmission control systems are implementing, there is a need for quick methods for performing operations on finite field elements. The object of the study is the processes of encryption, decryption and transmission of information using the Galois fields. The subject of the study is the methods and algorithms for calculations in the Galois fields in polynomial and normal bases.

Objective. The purpose of this study is to analyze the methods of performing operations in the Galois field depending on the chosen basis (polynomial, normal) and modification of the element conversion method from the polynomial basis to the normal and vice versa, as well as the development of a new method for generating normal polynomials in order to improve the time characteristics.

Method. In this paper, a comparative analysis of the processes of performing basic operations in the polynomial and normal bases is performed (addition, multiplication, multiplicative inverse element calculation, division, exponentiation, Frobenius operation), and the process of conversion from one basis to another is considered and analyzed. The methods of conversion between bases depending on different input data, in particular, parameters p and m of the field, are investigated. A method for the finding normal polynomials among the irreducible and modified approach for constructing a conversion matrix between bases are proposed.

Results. Existing and proposed algorithms are implemented in the C# programming language in the Visual Studio 2015 development environment. For experimental research, a software has been developed that allows performing calculations using the polynomial and normal representation of $GF(p^m)$ elements, to specify different input parameters p and m , and also receive different sets of test data depending on the normal polynomials of the Galois field.

Conclusions. The obtained experimental results of the methods and algorithms for performing operations on the elements of $GF(2^m)$ in the given bases showed that the proposed method for finding normal polynomials for the conversion between bases of binary fields gives an increase in speed over 15 times for the parameter $m > 14$; the proposed approach for constructing a conversion matrix gives an increase in the speed of more than 5 times for the parameter $m > 12$.

1322. Povhan I. F. Logical recognition tree construction on the basis of a step-to-step elementary attribute selection / I. F. Povhan // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 95-105.

Context. A general problem of constructing logical recognition/classification trees has been analyzed. Logical classification trees are the object of the present study. The subject of the study are the relevant methods and algorithms of logical classification trees.

Objective. The goal of this work is to develop a simple and efficient method of constructing logical tree-like models on the basis of classification trees for training discrete information selection characterized by a structure of constructed logical classification trees from elementary attributes estimated on the basis of their informativeness calculation functional.

Method. A general method of constructing logical classification trees is suggested that constructs a tree-like structure for a given initial training selection comprising a set of elementary attributes estimated at each step of constructing a model according to the above selection. In other words, a method of constructing logical classification trees is suggested with the main idea of approximating the initial selection of an arbitrary volume by the elementary attribute set. This method during the current logical tree (node) vertex formation provides selecting the most informative (high-quality) elementary attributes from the initial set. Such approach at constructing the resulting classification tree allows one to reduce essentially the tree size and complexity (i.e. the total number of branches and structural layers) and increase the quality of its further analysis (interpretability). The method of constructing logical classification trees suggested by us enables one to construct the tree-like models for a wide class of artificial intellect theory problems.

Results. The method developed and presented in this work has received a software realization and was studied when solving a problem of classifying the geological type data characterized by a large-dimension attribute space.

Conclusions. Experiments carried out in this work have confirmed the efficiency of the software suggested and demonstrate the possibility of its use for solving a wide spectrum of applied recognition and classification problems. The outlook of the further studies may be related to creating a limited method of logical classification tree by introducing the stopping criterion for the logical tree construction procedure according to the structure depth, its program realization optimization, as well as to the experimental study of this method in a wider circle of applied problems.

1323. Research of dynamics of information distribution processes based on diffusion hybrid models / E. V. Ivohin, L. T. Adzhubey, O. V. Gavrylenko, Y. O. Naumenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P.129-136.

Context. Solving of the problem of formalization and study of the development of the process of information dissemination over time and its impact on the society is very important for ensuring information security. It is necessary to use a fundamentally new tool that will adequately reflect the state of the dynamic component of the process of information dissemination.

Objective. The goal of the work is the research of mathematical models of processes of dissemination to model the dynamics of changes in the levels of influence of information within different target groups.

Method. This paper proposes an approach to formalize hybrid mathematical models of the dynamics of information process propagation in the target group on the basis of diffusion models. In order to improve the adequacy and reliability of the results obtained from the constructed models, it is proposed to apply hybrid systems based on diffusion models and dynamic models describing the process of changing the size of the contingent of the information dissemination environment. The proposed method allows to simulate the dynamic processes of observing the level of information impact based on the solution of inhomogeneous diffusion equations, the change of intervals of a spatial variable in which is determined by additional relations in the form of a system of differential equations. The scalar case of homogeneous and inhomogeneous diffusion equation is considered under the condition of one-dimensional representation of the target group contingent. The examples of application of this approach are given, the results of numerical experiments are analyzed.

Results. The developed technique allows to obtain estimates of the level of information dissemination in the target group based on the use of diffusion process models.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the existence of sufficient adequacy of model data and data obtained as a result of real observations of the processes of change in the perception of information within specific target population groups. The prospects for further research are the development of new diffusion-type models that formalize the different nature of the influence of external factors on the processes of information dissemination.

1324. Selection and recognition of the specified radio emissions based on the autoregression signal model / V. M. Bezruk, N. M. Kaliuznyi, G. Qiang, Yu. Zheng, I. M. Nikolaev // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – Р. 7-14.

Context. A solution to the relevance problem of selecting and recognizing specified radio emissions in the presence of unknown radio emissions in automated radio monitoring is considered. It is proposed to solve the problem in an unconventional method for the recognition of statistically specified random signals in the presence of a class of unknown signals.

Objective. The goal of the work is investigation of the possibility of using random signal recognition methods in conditions of increased a priori uncertainty to solve the problem. The features of the signal recognition method are discussed, as well as the results of a study of the recognition quality indicators of given radio emissions, which are obtained by statistical modeling on samples of the corresponding signals.

Method. The recognition method is based on the description of signals by a probabilistic model in the form of Gaussian autoregressive processes. It is proposed to use the new decision rule for the selection and recognition of statistically specified signals in the presence of unknown signals class. The proposed method of signal selection and recognition can be implemented in a recognition system that operates in training and recognition modes. In the training mode, unknown parameters of the decision rule are evaluated by classified samples of the given signals.

Results. Research conducted by statistical tests on samples of the corresponding signals characteristic of automated radio monitoring of radio communications equipment. Practical results of studies of the problem of selection and recognition of specified radio emissions are presented. Values of indicators of quality of radio emissions recognition acceptable for the practice of radio monitoring are obtained. The dependences of quality indicators on some conditions and recognition parameters are investigated.

Conclusions. Undertaken studies showed possibility of decision of problem by application of an unconventional method of selection and recognition of specified random signals. The practical significance lies in obtaining recommendations on the construction of systems for the recognition of radio emissions for specialists in the design of automated radio monitoring complexes. Such signal recognition systems are implemented by computer technology and is adaptive. The structure and parameters of the systems are set according to the samples of signals that are obtained for the corresponding given radio emissions.

1325. Tarasov V. N. Model of teletraffic based on queueing systems E2/HE2/1 with ordinary and shifted input distributions / V. N. Tarasov, N. F. Bakhareva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 2 (53). – P. 65-74.

Context. The study of G/G/1 systems is related to their relevance in the modern theory of teletraffic and, therefore, in the theory of computing systems and networks. In turn, this follows from the fact that it is impossible to obtain solutions for the waiting time in these systems in the final form in the general case with arbitrary laws of the distribution of the input flow and service time. Therefore, the study of such systems for particular cases of input distributions is important.

Objective. Obtaining a solution for the main system characteristic - the average waiting time in queue for two queueing systems of type G/G/1 with conventional and with shifted second-order Erlang and Hyper-Erlang input distributions.

Method. To solve this problem, we used the classical spectral decomposition method for solving the Lindley integral equation, which plays an important role in the theory of G/G/1 systems. This method allows obtaining a solution for the average waiting time for the considered systems in a closed form. For the practical application of the obtained results, the well-known probability theory moments method is used.

Results. For the first time, spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation are obtained for two systems, with the help of which the formulas for the average waiting time in the queue are derived in closed form. The system with shifted Erlang and Hyper-Erlang input distributions provides shorter waiting times for requirements in the queue compared to a conventional system by reducing the coefficients of variation of intervals between requirements and of service time.

Conclusions. Spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation for the systems under consideration are obtained and their complete coincidence is proved. Consequently, the formulas for the average waiting time in the queue for these systems are the same, but with modified parameters. These formulas expand and supplement the known queueing theory incomplete formula for the average waiting time for G/G/1 systems with arbitrary laws distributions of input flow and service time. This approach allows us to calculate the average latency for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. All other characteristics of the systems are derived from the waiting time. In addition to the average waiting time, such an approach makes it possible to determine also moments of higher orders of waiting time. Given the fact that the packet delay variation (jitter) in telecommunications is defined as the spread of the waiting time from its average value, the jitter can be determined through the variance of the waiting time. The results are published for the first time.

1326. Tereshchenko I. V. Risks estimation method by clustered extreme data of process covariates / I. V. Tereshchenko, A. I. Tereshchenko, S. V. Shtangey // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 2 (53). – Р. 51-64.

Context. This paper presents a method for solving the problem of detecting and taking into account the influence of various (external and/or internal) factors on extreme and risky values of the multivariate observed parameters (covariates) of technological and/or diagnostic processes. Taking into account external and internal influence factors on covariates, by analogy with critical process parameters, is a significant addition to the extreme values statistics and the estimations the influence of the variability of process's covariates on the expected losses, i.e. value at risk. Risk-oriented analysis is an actual tool for the data behavior investigation of the multivariate observations of process's parameters.

Objective. To disclose a method for detecting and taking into account the factors influence on the distribution functions parameters of the observed extreme values of process's covariates and determine the influence of these distribution functions parameters on estimates of risks values.

Method. The method consistently uses: the procedures of multivariate statistical cluster analysis, transformation the matrix of observed extreme values of process's covariates into data frame with factor variables, estimation the extremal index and distribution functions parameters of no clustered and clustered the observed extreme data of covariates and estimation the risk values on the calculated values of distribution functions parameters. The proposed sequence of actions is aimed at implementing the information technology of statistical causal analysis of the influence of factors on the variability of process's covariates and their risk values due to the application of the clustering procedure for observed multivariate extreme values of covariates. The method is implementing the R-language packages software.

Results. Clustering of the multivariate observed extreme values of process's covariates allows to identifying the influence of environmental (manufacturing) factors and estimates the covariates' risky values taking into account of this influence.

Conclusions. The method is an information technology of statistical causal analysis of factors influence on the variability of process's covariates and theirs risk values due to the application of the clustering procedure of covariates' multivariate values. The prospect of further research is to improve the methods of causal multivariate statistical analysis of the various factors influence on the exogenous and endogenous parameters of manufacturing and other processes in order to reduce the variability of these parameters and, as a result, minimize the risks.

№ 3

1327. Гадецька С. В. Вивчення критеріїв інформативності даних при впровадженні апарату дерев рішень у методах структурної класифікації зображень / С. В. Гадецька, В. О. Гороховатський, Н. І. Стяглик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 3 (54). – С. 78-87.

Актуальність. Дієві класифікаційні рішення у сучасних системах комп'ютерного зору потребують поглибленого вивчення природи оброблюваних даних. Кластерне подання для базової системи структурних ознак як множини дескрипторів ключових точок зображення сприяє зниженню розмірності та суттєвому спрощенню засобів аналізу даних. Основним інструментом є статистичне дослідження даних описів у складі кластерного подання, яке відображає узагальнені властивості візуального об'єкта. Впровадження апарату дерев ґрунтується на статистичному аналізі компонентів даних задля прийняття рішення про віднесення візуального об'єкту до відповідного класу. Побудова дерев базується на показниках інформативності даних, що забезпечують процес логічного оброблення при розділенні у гілках дерева. Маючи єдину ймовірнісну природу, ці показники вимірюють і оцінюють суттєво різну за змістом інформацію. Важливим представляється вивчення як загальних властивостей цих критеріїв у задачі класифікації, так і оцінювання їх індивідуальних характеристик.

Мета роботи. Вирішення задачі класифікації візуальних об'єктів за кластерним поданням даних для структурного опису зображення із застосуванням апарату дерев рішень.

Метод. Запропоновано спосіб класифікації зображень на основі кластерного подання даних із використанням апарату дерев рішень та інструментарію теорії інформації.

Результати. Підтверджено працездатність і ефективність методу класифікації шляхом застосування апарату дерев до кластерного подання даних структурного опису зображення. На прикладах застосування різних критеріїв інформативності для реальних експериментальних даних зображень оцінена результативність створених дерев. Порівняльним чином проаналізовані особливості впровадження різних критеріїв інформативності даних при побудові дерева рішень.

Висновки. Застосування розглянутих критеріїв інформативності різним чином задає послідовність впровадження незалежних змінних у класифікаційному дереві, якими виступають числові показники кластерного подання опису зображення. Проведені розрахунки свідчать про те, що ентропія Шеннона та коефіцієнт Джині є достатньо потужними критеріями інформативності, які забезпечують практичну побудову класифікаційного дерева рішень. Схожість функції сумісної інформативності кореневого вузла для різних критеріїв підтверджує об'єктивність проведеного дослідження, а їх відмінність відображає індивідуальний характер чутливості до аналізованих даних.

Наукову новизну дослідження складає удосконалення та статистичне обґрунтування процедур прийняття класифікаційних рішень для даних кластерного подання описів зображень на основі впровадження моделей дерев.

Практична значущість роботи полягає у підтвердженні результативності запровадження апарату дерев для класифікації даних на прикладах зображень у системах комп'ютерного зору.

1328. Катеринчук І. С. Удосконалення алгоритму виявлення динамічних об'єктів на відеопослідовностях / І. С. Катеринчук, А. О. Бабарика // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – С. 88-98.

Актуальність. Впровадження функцій відеоаналітики в системи відеоспостереження дає можливість підвищити ефективність застосування вищевказаних систем. Однією із функцій таких інтелектуальних систем відеоспостереження є виявлення динамічних об'єктів в секторах огляду камер відеоспостереження. Існуючі методи виділення фону та розпізнавання об'єктів мають суттєві недоліки, що обмежують їх застосування на практиці, а саме: за умови низької контрастності алгоритми не в змозі виділити об'єкт з фону; деякі рухомі об'єкти можуть розпізнаватися як фон, алгоритми критичні до умов освітлення тощо. Саме тому, актуальним завданням є розробка та вдосконалення методів виявлення динамічних об'єктів у відеопослідовностях.

Мета. Дослідження присвячено розробці удосконаленого методу виявлення динамічних об'єктів у відеопослідовностях.

Метод. При побудові методу виявлення динамічних об'єктів у відеопослідовностях використовувалися підходи щодо виділення фону на основі попиксельного аналізу кадрів із застосуванням елементів теорії експертних систем.

Результати. В роботі представлено удосконалений метод виявлення динамічних об'єктів у відеопослідовностях, який оснований на алгоритмі ViBe. Запропонований підхід відрізняється від оригінального застосуванням колірної схеми $U*V*W^*$, використанням подвійних порогових рівнів та елементів теорії експертних систем для усунення невизначеностей у класифікації пікселів (математичний апарат теорії Демстера-Шефера), а також, використанням динамічного підходу в оновленні фонові моделі за рахунок сусідніх пікселів. Метод виявлення динамічних об'єктів у відеопослідовностях включає такі етапи: ініціалізація фонові моделі (для кожного пікселя з відомими координатами зберігається кількість його попередніх значень у поточному кадрі); виявлення переднього плану; наступним кроком є обчислення кількості точок, котрі належать до переднього плану та до фону. З метою усунення невизначеності, коли піксель одночасно може належати як динамічному об'єкту так і фону, та однозначної класифікації застосовано математичний апарат теорії Демстера-Шефера; після виявлення переднього плану відбувається оновлення фонові моделі. В основу якої покладена трирівнева побудова околу досліджуваного пікселя та застосування рівномірного закону розподілу випадкових величин всередині кожного із трьох рівнів.

Висновки. Експериментальне дослідження удосконаленого методу у порівнянні з оригінальним ViBe проводилися з використанням тестових фреймів з набору CDNET у різноманітних варіантах навколишнього середовища та з різними варіантами роздільної здатності. Консолідовані результати вказують на покращення результатів запропонованого методу в порівнянні з оригінальним ViBe в середньому на 6,7%.

1329. Коротунов С. Ю. Аналіз підходів до моделювання та верифікації кіберфізичних систем / С. Ю. Коротунов, Г. В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 3 (54). – С. 57-68.

Актуальність. Сучасні тенденції в продуктивності та складності вимог до використання систем вимагають принципово нових підходів до проектування, в яких кібернетичні та фізичні компоненти інтегруються на різних етапах. Кіберфізичні системи оточують людину майже у всіх сферах існування, починаючи з помешкань та транспорту і закінчуючи медичними апаратами та міжрегіональними електромережами. Тому верифікація та перевірка роботи таких систем є актуальною задачею сьогодення. В таких системах програмне забезпечення та фізичні підсистеми працюють у різних часових та просторових вимірах, взаємодіють різними способами. Розглянуто основні підходи до верифікації кіберфізичних систем. Об'єктом досліджень є процес верифікації кіберфізичних систем, предметом - методи верифікації кіберфізичних систем, моделі та логіки що використовуються при формальній верифікації.

Мета. Мета роботи полягає в проведенні аналізу підходів до верифікації кіберфізичних систем, з деталізацією окремих етапів, таких як вибір моделей, інструментів верифікації, та, власно, методів верифікації.

Метод. Основними методами, що викладені в роботі, є методи формальної верифікації кіберфізичних систем, а саме - симуляція, доведення теорем, символічне виконання та перевірка моделі. Детально розглянуто методологію методу перевірки моделі - модель Кріпке та темпоральні логіки: логіка дерев обчислень та логіка лінійного часу. Також проведено моделювання з використанням скінчених автоматів.

Результати. Виконано моделювання кіберфізичної системи у вигляді створення моделі Кріпке, що дозволило описати всі стани системи, необхідні для виконання формальної верифікації.

Висновки. Проведено дослідження характеристик кіберфізичних систем, виконано аналіз методів верифікації таких систем. Зазначені недоліки стандартної методології, які більш за все стосуються етапу моделювання кіберфізичних систем. Доведено найбільшу перспективність методу перевірки моделі, для якого розглянуто основну методологію. Дано характеристику моделям Кріпке та темпоральним логікам як основним елементам методу перевірки моделі. Показано можливість використання скінчених автоматів, а саме моделей Кріпке, для моделювання елементів кіберфізичної системи. Наукова новизна роботи полягає в тому що було розроблено моделі кіберфізичних систем, які, на відміну від існуючих, засновані на моделях Кріпке, що дозволяє зробити детальний опис усіх станів системи, що, у свою чергу, є важливим кроком для виконання верифікації такої системи. Практичною цінністю роботи є розроблені моделі електронезалежної станції альтернативної енергетики, що дозволять автоматизувати процес зарядки електричних транспортних засобів. Були реалізовані цифрові двійники, які дозволяють моделювати процеси електронезалежної станції альтернативної енергетики. Розроблені двійники використовуються при вивченні дисциплін при підготовки бакалаврів та магістрів спеціальності 121 комп'ютерні науки.

1330. Модели вычисления весов для оценки инновационных технических объектов / Е. А. Титенко, С. Н. Фролов, А. Л. Ханис, О. Г. Добросердов, А. И. Захаренков, А. Н. Попов, Т. А. Дронова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – С. 181-193.

Актуальность. Актуальность работы связана с многокритериальным сравнением инновационных объектов, под которыми понимаются объекты с частично совпадающими индивидуальными показателями, имеющие неопределенные, субъективные значения и критерии их оценки. Сравниваемые инновационные объекты описываются общими и индивидуальными показателями, причем количество индивидуальных показателей является значительным (более 50%). Метод анализа иерархий является наиболее подходящим математическим аппаратом для сравнения инновационных объектов, так как он совмещает наглядность описания предметной области, численную результативность, естественный учет вариативности исходных парных оценок. Тем не менее, данный метод слабо учитывает индивидуальные показатели инновационных объектов при составлении матриц парных сравнений, что не позволяет получить итоговые веса, соответствующие индивидуальным особенностям инновационных объектов.

Цель. Разработка модифицированного метода анализа иерархий, обеспечивающего ранжирование инновационных объектов с частично совпадающими индивидуальными показателями.

Метод. В работе разработан модифицированный метод анализа иерархий, включающий типовую последовательность этапов от построения иерархии предметной области и формирования критериев оценки инновационных объектов до этапа вычисления итоговых весов инновационных объектов, отличающийся во-первых, введением на этапе построения иерархии предметной области матрицы весов общих и индивидуальных показателей по системам объектов, во-вторых, расчётом поправочных коэффициентов на основе локальной или глобальной моделей коррекции весов показателей систем объектов на этапе составления сводной таблицы весов, в-третьих, вычислением итоговых весов инновационных объектов с учётом поправочных коэффициентов, что позволило учесть индивидуальные особенности сравниваемых инновационных объектов.

Результаты. В работе рассмотрены инновационные объекты с общими и индивидуальными показателями в пропорции 1:2 с количеством критериев сравнения, равным 5, что соответствует классу объектов средней организационной сложности. Сравниваемые объекты содержат типовой объект (количество индивидуальных показателей существенно меньше 50%), явно инновационный объект (количество индивидуальных показателей больше 50%), объект в пограничной зоне (количество индивидуальных показателей около 50%). Классический метод не чувствителен к индивидуальным особенностям инновационных объектов, что определило минимальный вес для явно инновационного объекта. Модифицированный метод, напротив, определил минимальный вес для объекта в пограничной зоне, так как он имеет одновременно пониженные значения в матрице парных сравнений по критериям и низкие значения индивидуальных показателей.

Выводы. Разработанный модифицированный метод анализа иерархий и модели коррекции в его составе объективно отражают порядок ранжирования объектов с учетом их описания в виде матрицы общих и индивидуальных показателей. Согласно моделированию, ценным для практики принятия решений следует считать долю индивидуальных показателей в их общем количестве более 55 %. В этом случае объекты предпочтительнее оценивать на основе модифицированного метода анализа иерархий. Полученный на основе модели коррекции весов вектор поправочных коэффициентов имеет самостоятельное значение при решении различных расчетно-аналитических задач и прикладных задач принятия решений.

1331. Пиза Д. М. Метод структурно-параметрической адаптации пространственного фильтра / Д. М. Пиза, Д. С. Семенов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – С. 22-30.

Актуальность. При защите радиолокационных станций от активных шумовых помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, используют пространственную фильтрацию, которая реализуется путем использования антенн, разнесенных в пространстве. В этом случае различие направлений приема полезного сигнала и помехи позволяет сформировать оптимальное значение весовых коэффициентов адаптивных пространственных фильтров для подавления помехи. Однако, если источник помехи смещается в область главного луча, то пространственные различия между полезным сигналом и помехой уменьшаются. Это приводит к существенному искажению диаграммы направленности основной антенны. В результате этого ухудшается точность измерения угловых координат, а также чувствительность приемного устройства.

Цель работы состоит в повышении эффективности функционирования радиолокационной станции в условиях возможного воздействия помехи по главному лучу диаграммы направленности основной антенны как при перемещении источника активной помехи в пространстве, так и при сканировании антенной системы.

Метод реализуется путем использования как параметрической адаптации известных пространственных фильтров, так и структурной адаптации системы помехозащиты. Структура обработки радиолокационных сигналов изменяется путем текущей оценки направления воздействия помехи. При этом управляющий сигнал для структурной адаптации формируется по текущему значению модуля весового коэффициента пространственного фильтра.

Результаты. Разработана структурная схема пространственного фильтра со структурно-параметрической адаптацией весовых коэффициентов, обеспечивающая эффективную работу радиолокационной станции в условиях воздействия активной помехи, действующей как по боковым лепесткам диаграммы направленности, так и по главному лучу. Разработана и протестирована математическая модель пространственного фильтра со структурно-параметрической адаптацией. В результате проведенного моделирования подтверждены возможности повышения точности измерения угловых координат и чувствительности приемного устройства радиолокационной станции.

Выводы. Научная новизна проведенного исследования состоит в разработке нового метода структурно-параметрической адаптации пространственного фильтра, обеспечивающего эффективную работу радиолокационной станции при воздействии активной шумовой помехи как с направления боковых лепестков, так и с направления главного луча диаграммы направленности основной антенны.

Практическая значимость работы определяется разработкой структурной схемы пространственного фильтра со структурно-параметрической адаптацией, разработкой математической модели и ее тестированием.

1332. Процько І. О. Програмний аналіз структури блочно-циклічної базисної матриці ДКП / І. О. Процько, М. В. Міщук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 3 (54). – С. 173-180.

Актуальність. Використання матричного запису застосовується для формалізації предметної галузі в рамках алгебраїчного підходу. Ефективне обчислення дискретних косинусних перетворень використовує приведення гармонічного базису до блочно-циклічних матричних структур з подальшим обчисленням перетворень за допомогою швидких циклічних згорток. Детальний аналіз структури базисної блочної матриці перетворення забезпечує синтез ефективних алгоритмів дискретних косинусних перетворень довільних обсягів. Програмна реалізація проведення аналізу блочно-циклічних структур формує опис структури, що дозволяє зменшити обчислювальну складність алгоритму та виконати розпаралелення обчислень циклічних згорток.

Мета роботи - визначення алгоритмічних особливостей проведення аналізу структури базисної блочно-циклічної матриці, яка містить цілочисельні аргументи базисних гармонічних функцій, що дозволить зменшити обчислювальну складність синтезованого алгоритму дискретного косинусного перетворення на основі циклічних згорток.

Метод. Пошук і аналіз перебором елементів матриці зі змінним кроком, що враховує властивості блочності та циклічності сформованої базисної матриці дискретного косинусного перетворення, дозволяє швидше виконувати аналіз структури базисної блочної матриці перетворення в порівнянні з повним скануванням.

Результати. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення виконання аналізу структури блочно-циклічної базисної матриці, за допомогою якого визначається масив параметрів даних формального опису структури базису дискретного косинусного перетворення. Дані аналізу структури базисної матриці дозволяють визначити наявність ідентичних циклічних підматриць розміщених горизонтально або вертикально одна відносно іншої і, тим самим, зменшити кількість виконання циклічних згорток.

Висновки. Ефективний аналіз блочно-циклічної структури базисної матриці на основі розробленого програмного забезпечення є важливою частиною процесу синтезу швидкого алгоритму, який забезпечує скорочення обчислювальної складності та можливість розпаралелення виконання дискретного косинусного перетворення. Розроблене алгоритмічне та програмне забезпечення виконання аналізу структури блочно-циклічної базисної матриці може застосовуватись і для аналізу структури та пошуку відповідних підматриць в будь-яких матрицях з цілими, дійсними та нульовими елементами.

1333. Субботин С. А. Оценка информативности и отбор экземпляров на основе хэширования / С. А. Субботин // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – С. 129-137.

Актуальность. Для сокращения размерности данных при построении диагностических и распознающих моделей возникает необходимость отбора наиболее информативных экземпляров, а также отбора наиболее информативных признаков. Затраты времени на отдельную реализацию данных процедур являются высокими вследствие итеративности и взаимосвязанности данных процедур.

Цель. Цель работы - сокращение временных затрат на сокращение размерности данных путем создания метода отбора наиболее информативных экземпляров на основе хэширования.

Метод. Предложен метод расчета весов для определения хэшей экземпляров, который детерминированным способом определяет веса признаков на основе их рангов, которые, в свою очередь, определяет с учетом числа равных разбиений диапазонов признаков, минимально достаточного для выделения кластеров на оси признака с приемлемой точностью. Это позволяет исключить необходимость итеративного перебора различных комбинаций признаков, определения случайных проекций признаков, а также решение итеративных оптимизационных задач поиска наилучшей проекции признаков, что существенно сокращает затраты времени на расчет весов, при этом обеспечивая локальную чувствительность хэша. Полученные хэши возможно использовать как для отбора экземпляров, так и для отбора признаков.

Предложен метод определения индивидуальной и групповой значимости экземпляров выборки, в котором использует как меру сходства расстояния между хэшами экземпляров и по аналогии с методом потенциалов находит потенциалы, наводимые классами на каждый экземпляр, а на их основе определяет показатели значимости экземпляров, исходя из того, что экземпляр в пространстве признаков тем информативнее, чем меньше минимальная разность потенциалов классов, наводимых на экземпляр.

Предложен метод определения оценок информативности признаков, который на основе нормирования весов, полученных при формировании хэшей, определяет показатели информативности признаков, отдавая предпочтение признакам с меньшим числом разбиений.

Результаты. Проведено экспериментальное исследование, подтвердившее работоспособность предложенных методов при решении практических задач.

Выводы. Разработанное математическое обеспечение может быть рекомендовано для решения задач сокращения размерности данных.

1334. Accuracy characteristics of radio monitoring antennas / O. A. Shcherbyna, L. Y. Ilnitskyi, I. I. Mykhalchuk, O. V. Kozhokhina // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 42-56.

Context. The constant increase in the number of radio electronic equipment leads to an ever-increasing complication of the electromagnetic environment. That requires constant monitoring to ensure electromagnetic compatibility, as well as the development of high-quality universal antennas for radio monitoring systems.

Objective. The goal of the work is construction of a mathematical model of an antenna system for radio monitoring stations and calculation of its main accuracy characteristics.

Method. The most important metrological characteristics of a measuring instrument are methodical and instrumental errors, that is, the dependence of these errors on the parameters of structural elements of the signal processing device, which is integrated with the antenna array. Consequently, the mathematical model of the antenna system should take into account not idealized, but real transmission coefficients of the most critical structural components. Besides, to ensure transparent functional relations between the voltages in the mathematical model is necessary to limit the number of variables informative voltages. With this approach, the determination of instrumental errors is greatly simplified, and analytical expressions become more suitable for assessing the influence of structural elements on the accuracy of measuring processes.

Results. Analytical relations were obtained that reveal the influence of different elements and circuits of the device on the measurement accuracy of the radiation fields parameters.

Conclusions. The present findings confirm that the presented antenna system provides a measurement of the main parameters of the radiation field both in the conditions of a satisfactory electromagnetic environment. Moreover, in the conditions when another frequency of radiation acts at the frequency of the useful signal. The angular resolution, that is, the ability to separate signals with an insignificant angular spacing of signal sources and interference, depends not only on the directivity characteristics of the antenna array but also on the accuracy of establishing the distances between the phase centres of real and virtual vibrators. The operating frequency range of the antenna array is limited not only by the deformation of the radiation pattern as well by the errors in the design of the antenna structural elements.

1335. Automated identification of an operator anticipation on marine transport / P. S. Nosov, I. S. Popovych, V. V. Cherniavskiy, S. M. Zinchenko, Y. A. Prokopchuk, D. V. Makarchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 158-172.

Context. The article discusses approaches to anticipation identification being an essential part of the decision-making process done by the operator by using the example of a sea captain in ergatic systems of critical infrastructures in the sea transport management. The mentioned above aspect of anticipation of operators can be regarded as being a complex form of human-machine interaction and, certainly, claims for further elaboration of information and tools to be used.

Objective. The way to approach development is taken as being based on an information analysis of the full range of trajectories of decision-making by operators at the time of performing complex multi-stage actions. These items are rooting out of their adopted strategy of human-machine interaction. Besides, it leads to the formation of a metric being able to algorithmically represent the enormous number of variants. It can be done taking into account conditions of combinatorial representation in terms of the geometric theory of groups on the Cayley graph.

Method. Being a part of the approach elaboration the having been obtained during the analysis of the database of navigation simulators mathematical model of experimental data collecting and processing succeeded to be constructed. To confirm the formal-algorithmic approach a simulation was challenged to be carried out helping to form the trajectory of the operator's decision making in critical situations. It was felicitously performed basing on the three-factor ERO-AEA-EAPI model. Thus, the algebraic and software representation of the metric decision space is noticed to uncover approximate complex human-machine interactions in uncertain environments. As a result, the converting process of data of the main subject of critical infrastructure (i.e. the operator) into knowledge is able to be coped with. In addition, factors possible to be gauged in the proposed metric are able to be uncovered.

Results. In order to carry out the feasibility assessment of the developed approach as well as formal-algorithmic ones, an experiment was performed by using the Navi Trainer 5000 navigation simulator (NTPRO 5000). During having one of the most troublesome operations i.e. mooring we wanted the server data to be analyzed. As a result, data about anticipation being shaped as triangular constructs in the quasi-isometric space of Cayley graph is reported to have been obtained. The automated neural networks being used for result obtaining led to delivering of the possibility to get multiple data regression and to analyze the relationships of many independent variables. It is considered to be clear evidence due to having found out results of scattering and reliability diagrams.

Conclusions. The having been presented in the investigations formal-algorithmic approach together with the developed software tools and the approaches of converting data into knowledge about operator anticipation are said to embrace the possibility to classify and to identify individual decision-making strategies when managing a vessel and to predict the likelihood of poor consequences. With regarding to the cogency of the proposed approach and models these issues happen to have been successfully justified by means of the automated processing of experimental data.

1336. Danshyna S. Y. Solution of the problem of placing medical facilities in city development / S. Y. Danshyna, A. S. Nechausov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 3 (54). – P. 138-149.

Context. The problem of rational allocation of medical facilities of inhabited locality was considered. Methods of evaluating the effectiveness of using the existing medical network and finding ways to improve it when implementing urban development projects were proposed.

Objective. The goal of the work is to build and study the procedure for solving the problem of placing medical facilities, considering the existing infrastructure of the city to fulfill the accessibility requirements.

Method. A set of factors that affect the placement of a medical facilities and allow a systematic and reasonable decision to be made in choosing a location has been formed. A method for solving the problem of the location of medical facilities, providing an increase in their accessibility level considering the population, its spatial distribution, existing in the settlement of road junction and traffic congestion is proposed. The procedure for solving the problem is presented in the form of an IDEF0 model. The method is based on geoinformation analysis of data, the results of which by spatial clustering are presented in the form of a set of cartographic models, the aggregate of which allows to form a decision about the location. The method allows to assess the accessibility level of existing medical facilities in the inhabited locality, create a list of places for their possible location, find areas of the locality that are not in the access zone.

Results. The method of choosing the location of the medical center has been improved, which makes it possible to make decisions based not only on the shortest distance from the center to the patient, but also on the level of its accessibility. For the first time, the structure of information technology for multivariate analysis of a network of city medical centers for decision support systems using GIS technologies is proposed.

Conclusions. The medical facilities location problem, which is in increasing the level of accessibility by expanding the area of medical coverage of the territory in which the city population lives by using GIS was practically fulfilled as an IDEF0 model that defines the procedure for solving the problem and choosing the location of the medical center. The practical significance of obtained results has been proven on a practical example - an analysis of the existing hospital system for the provision of emergency medical care in Kharkiv.

1337. Development and research of a wireless control system for device "bionic ear"
 / S. D. Arutyunov, N. B. Astashina, A. A. Bajdarov, V. A. Gurko, P. V. Mayorov,
 V. I. Freyman, A. A. Yuzhakov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. –
 № 3 (54). – P. 194-207.

Context. The analysis of reliability indicators of information transfer between elements of wireless control systems - a control device implemented on a smartphone and a communication processor of the developed hearing aid is carried out. The object of research is the reliability indicators of the wireless control channel. The subject of the study is a theoretical and experimental analysis of the dependencies of reliability indicators of the designed wireless control system.

Objective. The purpose of the work is to determine and study the analytical and experimental dependences of the reliability of transmission over the wireless control channel on the properties of the communication channel and settings of the system elements, forming recommendations for setting the parameters of the elements of the control system.

Methods. The elements of the reliability theory are used to determine the dependences of the bit and block error coefficients on the properties of the communication channel of the configuration of the elements of the control system. Analytical relationships are obtained to determine the reliability of transmission taking into account possible signal distortions. The dependences of reliability indicators on the parameters of the elements of the control system are investigated, illustrative examples are given. Simulated circuit models of a control system with selected Bluetooth wireless technology have been developed. Experimental studies have been carried out, on the basis of the data obtained, conclusions have been drawn and recommendations have been made on the choice of control system configurations in order to ensure specified reliability indicators at maximum efficiency (information transfer rate).

Results. The dependences of reliability indicators (bit and block error coefficients) on the properties of the wireless information transmission channel and the parameters of the control system elements are obtained. Recommendations are given on the use of the results obtained when choosing the settings for the control element (smartphone) and the controlled element (communication processor of the hearing aid). To conduct experimental research, control system models in the MathWorks MATLAB Simulink environment were created and tuned.

Conclusions. The studies carried out in the work allow us to calculate and reasonably choose the parameters of the devices of the wireless control system for the given reliability indicators taking into account the error behavior model in the transmission channel and the settings of the associated equipment. This makes it possible to design and implement reliable control systems with specified reliability indicators and maximum information transfer rate.

1338. Evaluation of reliability of radio-electronic devices with variable structure / Y. V. Ryzhov, L. N. Sakovich, O. O. Puchkov, Y. E. Nebesna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 31-41.

Context. Various radio electronic devices are being continuously developed and refined in order to improve the quality indicators according to the consumers' requirements for their use in multiple operational modes, each with separate subsets of elements. Given fact is not taken into account when assessing the reliability indicators, which leads to a decrease in their value, and, as a consequence, to an increase in the products cost.

Objective. The purpose of the article is to improve the quantification accuracy of reliability values of electronic devices with variable structure by using a new model, which takes into account the operational time of individual subsets of elements of the object in its possible operational modes.

Method. The paper analyzes the structures of radio electronic devices and their influence on reliability using methods of set theory, probability theory, discrete search theory and metrology. This allows objective quantification of reliability indicators values depending on the conditions of the product use: operating time for failure, average recovery time and the readiness coefficient.

Results. An improved model of reliability of multiple mode objects with variable structure, which takes into account the features of structural design of the product, the features of its intended use (operating time in separate modes), and the influence of the quality of metrological support on the average recovery time has been obtained. This allows increasing the estimation of the real value of the complex indicator of reliability - readiness coefficient, and, as a consequence, reducing the value of the readiness coefficient.

Conclusions. The use of the proposed model of quantitative estimation of the reliability indicators' values of radio electronic devices with variable structure can reduce the cost of products while providing the required values of failure time and the average recovery time by reducing the requirements for the reliability of the base elements. The results obtained should be used in the design of perspective radio electronic devices to justify the choice of element of the minimum cost base while meeting the required requirements for the reliability of the product as a whole.

1339. Modified algorithm for searching the roots of the error locators polynomial while decoding BCH codes / V. A. Krylova, E. E. Tverytnykova, O. G. Vasylichenkov, T. P. Kolisnyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 150-157.

Context. In telecommunications and information systems with an increased noise component the noise-resistant cyclic BCH and Reed-Solomon codes are used. The adjustment and correcting errors in a message require some effective decoding methods. One of the stages in the procedure of decoding RS and BCH codes to determine the position of distortions is the search for the roots of the error locator polynomial. The calculation of polynomial roots, especially for codes with significant correction capacity is a laborious task requiring high computational complexity. That is why the improvement of BCH and RS codes decoding methods providing to reduce the computational complexity is an urgent task.

Objective. The investigation and synthesis of the accelerated roots search algorithm of the error locator polynomial presented as an affine polynomial with coefficients in the finite fields, which allows accelerating the process of BCH and RS code decoding.

Method. The classical roots search method based on the Chan's algorithm is performed using the arithmetic of the Galois finite fields and the laborious calculation, in this case depends on the number of addition and multiplication operations. For linearized polynomials, the roots search procedure based on binary arithmetic is performed taking into account the values obtained at the previous stages of the calculation, which provides the minimum number of arithmetic operations.

Results. An accelerated algorithm for calculating the values of the error locator polynomial at all points of the $GF(2^m)$ finite field for linearized polynomials based on the Berlekamp-Massey method has been developed. The algorithm contains a minimum number of addition operations, due to the use at each stage of the calculations the values obtained at the previous step, as well as the addition in the finite field $GF(2)$. A modified roots search method for affine polynomials over the finite fields has been proposed to determine error positions in the code word while decoding the cyclic BCH and RS codes.

Conclusions. The scientific newness of the work is to improve the algorithm of calculating the roots of the error locator polynomial, which coefficients belong to the elements of the finite field. At the same time it simplifies the procedure for cyclic BCH and RS codes decoding, due to reducing the computational complexity of one of the decoding stages, especially finding the error positions using the modified Berlekamp-Massey algorithm. These facts are confirmed by the simulation program results of the roots search of the error locator polynomial algorithm. It is shown, that the application of the accelerated method permits to reach a gain on speed of 1.5 times.

1340. Molchanova V. S. Architecture and training algorithm for neural network to recognize voice signals / V. S. Molchanova, D. S. Mironenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 3 (54). – Р. 99-107.

Context. Typically, interaction between user and mobile devices is realized by touching's. However, many situations, when to implement such interaction is too awkward or impossible, exist. For example, with some diseases of musculoskeletal system, motility of movements may be impaired. It leads to inability to use device efficiently. In that case, a task of looking for alternative ways of person-device interaction becomes relevant. Voice interface development can be one of the most prospective tasks in that way.

Objective. The goal of the study is to develop a project of neural network architecture and internal components for voice-controlled systems. Resulting interface have to be adapted for processing and recognition Ukrainian speech.

Method. An approach, based on audio signal analyzing by sound wave shape and spectrogram, is used for making got via microphone data, appropriable for processing. Using neural network makes possible sounds classification by generated audio signal and information of its transcription. The neural network structure is completely adapted to peculiarities of Ukrainian phonetics. It takes into account the nature of the sound wave, generated during sound pronunciation, as well the number of sounds in Ukrainian phonetics.

Results. Experiments were carried out aimed to choosing optimal neural network architecture and training sample dimension. The root-mean-square deviation of neural network error was used as the main criterion in assessing its effectiveness. A comparative analysis of effectiveness of the proposed neural network and existed on the market speech recognition tools showed improvement in the relative measures of recognition by 9.26%.

Conclusions. Obtained in the research results can be used for full-featured voice interface implementation. Despite the fact that the work is focused on recognition Ukrainian speech, the proposed ideas can be used during developing transcribing services for other languages.

1341. Povkhan I. F. The general concept of the methods of algorithmic classification trees / I. F. Povkhan // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 108-120.

Context. The general problem of constructing logical trees of recognition (classification) in the theory of artificial intelligence is considered in this paper. The object of this study is the concept of the classification tree (a logical and an algorithmic ones). The current methods and algorithms for constructing algorithmic classification trees are the subject of the study.

Objective. This work aims to create a simple and effective method for constructing tree-like recognition models on the basis of algorithmic classification trees for the training set of discrete information, which is characterized by the structure of the logical classification trees obtained on the basis of independent classification algorithms evaluated through the functional of calculating their overall efficiency.

Method. The general method of constructing algorithmic classification trees is proposed. It builds a tree-like structure (a classification model) for a given initial training data set. This structure consists of a set of autonomous algorithms of classification and recognition which have been evaluated at each step (stage) of constructing the model based on the given initial dataset. Namely, the method for constructing the algorithmic classification tree is proposed. The main idea of this method is to step by step approximate the initial dataset of arbitrary size and structure using a set of independent classification algorithms. This method, when forming the current vertex of the algorithmic tree (a node, a generalized feature) ensures the selection of the most effective (high-quality) autonomous classification algorithms from the initial dataset. In the process of constructing the resulting classification tree this approach can significantly reduce the size and complexity of the tree (the total number of branches, vertices and tiers of the structure) and improve the quality of its subsequent analysis (interpretability), the possibility of decomposition. The proposed method of constructing an algorithmic classification tree enables building different types of tree-like recognition models for a wide class of problems in the theory of artificial intelligence.

Results. The algorithmic classification tree method, developed and presented in this work, was implemented in the software and was studied and compared with the methods of logical classification trees (based on the selection of a set of elementary features) when solving the problem of recognizing real data of the geologic type.

Conclusions. The results of the conducted experiments described in this paper confirm the functional efficiency of the proposed mathematical software and show the possibility of its future use for solving a wide range of practical problems of recognition and classification. Further research prospects and approbation may consist in developing a limited method of the algorithmic classification tree, whose main points include the introduction of the criterion for stopping the procedure of constructing a tree model based on the depth of the structure, optimization of its software implementations, introduction of new types of algorithmic trees, and also the experimental research of this method while applying it for solving a wider range of practical problems.

1342. Radar cross-section imaging in synthetic aperture radar with linear antenna array and adaptive receiver / V. K. Volosyuk, S. S. Zhyla, M. V. Ruzhentsev, A. D. Sobkolov, E. O. Tserne, D. V. Kolesnikov, D. S. Vlasenko, M. S. Topal // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 7-21.

Context. There are a large number of RCS estimation methods in synthetic-aperture radars (SAR), which differ by precision, RCS recovery time of an observation area and complexity of implementation. At the same time, the optimal method, which is a generalization of all existing ones and characterizes both spatial and temporal optimal signal processing, has not been synthesized. Also, usually problem statements do not take into account the stochastic structure of signals reflected from most underlying surfaces. As a result, further ways of improving resolution, optimal SAR structure and maximum achievable precision of estimation of RCS are not determined.

Objective. The goal of the work is to solve the problem of synthesis of the optimal method of RCS surfaces restoration as a statistical characteristic of spatially-inhomogeneous random scattering coefficient in aerospace-based radio engineering systems with moving linear antenna arrays and adaptive spatio-temporal signal processing.

Method. Applying the method of maximum likelihood estimation and taking into account a priori information about the statistical characteristics of the received spatio-temporal fields a super-resolution method of RCS estimation on spatial coordinates is derived. The generalized problem statement has shown the optimal method of surface observation that allows to overcome the contradiction between the size of the observation area and the accuracy of the parameter estimates. The obtained method allows to achieve highest resolution (as for Spotlight mode) of radar images for wide area of observation (as for Stripmap mode). It is shown that the general algorithm can be adapted to particular solutions with limited statements of the problem. In contrast to the well-known method of aperture synthesis the processing of the received field in the antenna array and receiver is adaptive and depends on the signal-to-noise ratio.

Results. The optimal method of area scanning in onboard SAR with antenna arrays and the corresponding method of adaptive spatio-temporal signal processing can be used to describe the receiving path of cognitive on-board radar for remote sensing.

Conclusions. The obtained optimal method can be considered as a modified method of aperture synthesis with a multi-beam spotlight mode with the possibility of adaptive radiation pattern formation and signal time processing. In contrast to the classical method performing matched-filtering of the received signal with the reference signal, the modified method additionally decorrelates signals reflected from the earth's surface. As a result of this decorrelation the characteristic intervals of speckles (the size of the spotted pattern of the image) will be significantly smaller than with match-filtering. Therefore, their subsequent smoothing with the same efficiency can be performed by windows of smaller width. Such processing together with a multi-beam spotlight mode will significantly increase the resolution of the SAR with an expanded area of view.

1343. Rakova A. O. Reference points method for human head movements tracking / A. O. Rakova, N. V. Bilous // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 121-128.

Context. The direction of the human face vector is an indicator of human attention. It has many applications in our daily lives, such as human-computer interaction, teleconferencing, virtual reality and 3D sound rendering. Moreover, determining the position of the head can be used to compare the exercises performed by a person with a certain standard, which brings us to investigation of ways to efficiently track moves. Depth-camera based systems, frequently used for these purposes, have significant drawbacks such as accuracy decreasing on the direct sunlight and necessity of additional equipment. The recognition from the two-dimensional image becomes more widespread and eliminates difficulties related to depth cameras which allows them to be used indoors and outdoors.

Objective. The purpose of this work is creation of the method that will allow us to track human head moves and record only significant vectors of head direction.

Methods. This paper suggests reference points method that decreases set of recorded vectors to minimal amount significant to describe head moves. It also investigates and compares existing methods for determining the vector of the face in terms of use in suggested approach.

Results. Suggested reference points method shows ability to highly decrease set of head direction vectors that describe the move. According to the results of the study, regression-based methods showed significantly better accuracy and independence from light and partial face closure so they were chosen to be used as methods to get head direction vector in reference points approach.

Conclusions. Research confirmed applicability of reference points method for human movements tracking and shown that methods of determining human head vector by two-dimensional image can compete in accuracy with RGBD-based methods. Thus combined with suggested approach these methods expose less restrictions in use than RGBD-based ones.

1344. Tarasov V. N. Research of two systems E2/H2/1 with ordinary and shifted distributions by the spectral decomposition method / V. N. Tarasov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 3 (54). – P. 69-77.

Context. In the queueing theory, the studies of G/G/1 systems are relevant because it is impossible to obtain solutions for the waiting time in the final form in the general case with arbitrary laws of distributions of the input flow and of the service time. Therefore, the study of such systems for particular cases of input distributions is important. The problem of deriving a solution for the average waiting time in a queue in closed form for a pair of systems with ordinary and with shifted Erlang and hyperexponential input distributions is considered.

Objective. Obtaining a solution for the main system characteristic - the average waiting time in queue for two queueing systems of type G/G/1 with conventional and with shifted second-order Erlang and Hyper exponential input distributions.

Method. To solve this problem, we used the classical spectral decomposition method for solving the Lindley integral equation, which plays an important role in the theory of G/G/1 systems. This method allows obtaining a solution for the average waiting time for the considered systems in a closed form. For the practical application of the obtained results, the well-known probability theory moments method is used.

Results. For the first time, spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation are obtained for two systems, with the help of which the formulas for the average waiting time in the queue are derived in closed form.

Conclusions. Spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation for the systems under consideration are obtained and their complete coincidence is proved. Consequently, the formulas for the average waiting time in the queue for these systems are the same, but with modified parameters. It is shown that in the system with a delay in time, the average waiting time is less than in a conventional system. The resulting for waiting time formulas expand and supplement the known queueing theory incomplete formula for the average waiting time for G/G/1 systems with arbitrary laws distributions of input flow and service time. This approach allows us to calculate the average latency for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. All other characteristics of the systems are derived from the waiting time. In addition to the average waiting time, such an approach makes it possible to determine also moments of higher orders of waiting time. Given the fact that the packet delay variation (jitter) in telecommunications is defined as the spread of the waiting time from its average value, the jitter can be determined through the variance of the waiting time. The results are published for the first time.

№ 4

1345. Інформаційно-екстремальне ієрархічне навчання системи керування протезом кісті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів / А. С. Довбиш, В. Ю. П'ятаченко, Ю. В. Симоновський, О. А. Шкуропат // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 4 (55). – С. 178-187.

Актуальність. Розв'язана актуальна задача інформаційного синтезу здатної навчатися системи керування протезом кісті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів.

Мета роботи - підвищення функціональної ефективності системи керування протезом кісті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів на основі машинного навчання, що дозволяє при функціонуванні системи в робочому режимі розпізнавати з високою достовірністю і оперативністю когнітивні команди користувача протезу.

Метод. У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) аналізу даних, яка базується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання в процесі машинного навчання, запропоновано метод інформаційного синтезу інтелектуальної системи керування протезом кісті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів. На відміну від існуючих методів інтелектуального аналізу даних метод інформаційно-екстремального машинного навчання розроблено в рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів, притаманних людині при формування та прийняття класифікаційних рішень. Такий підхід дозволяє наділити систему керування протезом властивостями адаптивності до довільних початкових умов формування когнітивних команд і перенавчання при розширенні словника ознак та алфавіту класів розпізнавання. Крім того, вирішальні правила, побудовані за отриманими в процесі машинного навчання геометричними параметрами гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання є практично інваріантними до багато вимірності простору ознак розпізнавання. На основі запропонованої категорійної моделі розроблено алгоритм машинного навчання з оптимізацією ієрархічної структури даних. При цьому досліджено вплив на функціональну ефективність машинного навчання структур даних, побудованих у вигляді дихотомічного і декурсивного дерев. Як критерій оптимізації параметрів машинного навчання використовується модифікація інформаційної міри Кульбака, яка є функціоналом точнісних характеристик рішень, що приймаються.

Результати. Побудовані в процесі ієрархічного інформаційно-екстремального машинного навчання вирішальні правила дозволяють розпізнавати в реальному темпі часу когнітивні команди з достатньо високою повною ймовірністю прийняття правильних класифікаційних рішень. За результатами фізичного моделювання доведено, що при використанні ієрархічної структури даних у вигляді декурсивного дерева функціональна ефективність машинного навчання збільшується у порівнянні із структурою даних у вигляді дихотомічного бінарного дерева.

Висновки. Експериментально підтверджено достатньо високу функціональну ефективність запропонованого методу інформаційно-екстремального машинного навчання системи керування протезом кісті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів. Отримані наукові результати відкривають новий напрям створення інтелектуальних протезів руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів на основі машинного навчання та розпізнавання образів

1346. Класифікація зображень на підставі ансамблю статистичних розподілів за класами еталонів для компонентів структурного опису / В. О. Гороховатський, С. В. Гадецька, Н. І. Стяглик, Н. В. Власенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2020. – № 4 (55). – С. 85-94.

Актуальність. Сучасні системи комп'ютерного зору потребують дієвих класифікаційних рішень на підґрунті поглибленого аналізу природи оброблюваних даних. Статистичні розподіли є на сьогодні першорядним засобом аналізу у системах розпізнавання образів. У випадку, якщо опис розпізнаваного об'єкту подано чималою множиною векторів, статистичний апарат стає фундаментальним способом ефективного прийняття рішення про клас розпізнаваного об'єкту. Це викликає необхідність застосування універсального апарату розподілів у загальному виді для системи багатовимірних дескрипторів опису за встановленими класами даних, що визначаються заданою базою еталонів. Класифікатор створює або організовує нову просторову структуру векторів із елементів аналізованого об'єкту, яка загалом має деяку оцінювану подібність до структури чи складу елементів еталону, а класифікація здійснюється шляхом оптимізації міри цієї подібності на множині еталонів. Ймовірнісна модель породження даних виступає ключовим практичним підходом до формалізації задачі навчання класифікатора, суть якої полягає у встановленні статистичних розподілів об'єктів чи їх складових з наступною процедурою агрегації компонентних рішень та подальшої оптимізації у середовищі класів. Цінним представляється також вивчення та застосування критеріїв оцінювання ефективності у задачі класифікації, що ґрунтується на статистичних засадах.

Мета роботи. Розроблення методу результативної класифікації зображень шляхом впровадження ансамблевих статистичних рішень для складу компонентів опису.

Метод. Запропоновано спосіб класифікації зображень на основі побудови узагальненого рішення ансамблю компонент, для яких попередньо обчислюються статистичні розподіли за класами даних.

Результати. Здійснено синтез методу класифікації шляхом застосування ансамблевого рішення компонентів опису. Підтверджено працездатність і ефективність розробленого класифікатора. На прикладах застосування методу для синтезованих даних із використанням традиційних критеріїв експериментально оцінена його результативність.

Висновки. Досліджені способи побудови класифікатора зображень засновані на ансамблі часткових рішень даних статистичного аналізу для складових структурного опису у вигляді множини дескрипторів ключових точок. Статистичний підхід забезпечує виявлення пріоритетного класифікаційного рішення для компонентів опису, за множиною яких формується результуюче рішення ансамблю.

Наукову новизну дослідження складає розроблення методу класифікації зображень на підставі ансамблю рішень компонентів опису, що засновані на їх статистичних розподілах за класами даних.

Практична значущість роботи полягає у підтвердженні працездатності та результативності запропонованих методів на демонстраційних прикладах.

1347. Метод побудови планів багатофакторних експериментів з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами / М. Д. Кошовий, В. А. Дергачов, Г. В. Павлик, О. В. Заболотний, І. І. Кошова, О. М. Костенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – С. 55-64.

Актуальність. Вирішено актуальну задачу розробки методу побудови планів багатофакторних експериментів (БФЕ) з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами.

Мета роботи: розробка методу та засобів синтезу планів багатофакторних експериментів з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами.

Методи. Застосування методів планування експериментів дає можливість зменшити вартісні (часові) витрати при дослідженні різноманітних технологічних процесів, пристроїв та систем.

Мінімізація кількості змін рівнів факторів при побудові планів багатофакторних експериментів також призводить до зменшення вартості (часу) на їх реалізацію.

Запропонований раніше метод побудови планів багатофакторних експериментів, оснований на застосуванні коду Грея, дає можливість мінімізувати в них кількість змін рівнів факторів. Але ці плани не завжди являються мінімальними за вартісними (часовими) витратами.

В зв'язку з цим виникає задача розробки методу та засобів побудови планів багатофакторних експериментів з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами. Суть запропонованого методу полягає в наступному: генерування перестановок з мінімальним числом транспозицій сусідніх елементів; для кожного отриманого плану визначається кількість змін рівнів факторів шляхом розрахунку відстані по Хеммінгу для сусідніх пар двійкових слів; запис плану з мінімальною кількістю змін рівнів факторів в множини D ; аналіз двійкових кодів, що входять у множини D , серед яких присутні коди, отримані з коду Грея шляхом E , H та (E, H) перетворень; пошук серед множини модифікованих кодів Грея $G(E, H)$ таких, що відповідають оптимальним за вартісними (часовими) витратами планам експерименту.

Результати. Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований метод побудови планів з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами. Програмне забезпечення може синтезувати оптимальні плани експериментів для дослідження об'єктів з кількістю факторів $k \leq 4$.

Висновки. Проведені комп'ютерні експерименти направлені на побудову оптимальних планів для дослідження таких об'єктів як технологічний процес виготовлення деталей гарячим штампуванням та слідкуюча система підтвердили працездатність та ефективність розробленого методу та програмного забезпечення, що його реалізує. Наукову новизну роботи становить метод, що дозволяє синтезувати плани багатофакторних експериментів з мінімальною кількістю змін рівнів факторів та оптимальних за вартісними (часовими) витратами. Практична значимість результатів роботи в тому, що розроблене програмне забезпечення може знайти широке застосування при дослідженні технологічних процесів, пристроїв та систем, на яких можлива реалізація активного експерименту.

1348. Субботин С. А. Хэширование на основе полярных координат для сокращения размерности данных / С. А. Субботин // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 4 (55). – С. 118-128.

Актуальность. Для сокращения размерности данных в задачах распознавания и диагностирования на основе хэширования возникает необходимость сокращения временных затрат на формирование хэширующего преобразования.

Цель. Цель работы - уменьшение временных затрат на сокращение размерности данных путем создания метода хэширования, не требующего решения оптимизационной задачи поиска наилучшего случайного преобразования, а также уменьшение потерь локальных свойств признакового пространства.

Метод. Предложен метод формирования хэша, который переводит координаты экземпляров из исходной системы признаков в многомерную полярную систему координат, на основе которых, дискретизируя полярные координаты, с помощью эвристик различными способами кодирует и комбинирует значения дискретизированных полярных координат, формируя хэши экземпляров, из которых в качестве результирующего преобразования выбирает наилучшее в системе заданных критериев на основе минимизации числа коллизий, при которых экземпляры разных классов и разными значениями исходных признаков, получают одинаковые хэши. Это позволяет автоматизировать формирование хэширующих преобразований, исключить необходимость решения оптимизационных задач перебора случайных проекций, обеспечив сокращение затрат времени, а также делает хэширующее преобразование более свободным от навязывания данным разбиения признакового пространства, присущей им природы, что позволяет повысить обобщающие свойства и точность преобразований. Предложены критерии оценивания качества хэширующих преобразований, включающие определение числа позитивных и негативных коллизий, а также оценивания на их основе вероятностей соответствующих коллизий. Это позволяет автоматизировать анализ и выбор хэширующих преобразований для сокращения размерности данных в задачах распознавания и диагностирования.

Результаты. Проведено экспериментальное исследование, подтвердившее работоспособность предложенных методов при решении практических задач.

Выводы. Разработанное математическое обеспечение может быть рекомендовано для решения задач сокращения размерности данных.

1349. Удосконалена методика розрахунку антени у вигляді відкритого кінця круглого хвилеводу / Н. М. Каращук, О. Р. Рихальський, Ю. О. Заєць, С. С. Сабадаш // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – С. 15-25.

Актуальність. Спрямовані (слабоспрямовані) антени сантиметрового діапазону хвиль того чи іншого типу можуть застосовуватись як окремі випромінювачі та бути у складі антенних решіток. Необхідність забезпечити мінімізацію втрат потужності сигналу в таких антенах є досить важливим та актуальним науково-практичним завданням в будь-якому випадку. Тому для мінімізації втрат потужності сигналу в антенах сантиметрового діапазону хвиль слід розробляти нові (удосконалювати існуючі) підходи до зменшення зазначених втрат.

Мета. Метою дослідження є вдосконалення методики розрахунку антени у вигляді відкритого кінця круглого хвилеводу, яка живиться коаксіальною лінією із циліндричним діелектричним узгоджувальним трансформатором, завдяки врахуванню методом еквівалентних схем торцевих ємностей цього трансформатора.

Метод. Для досягнення мети дослідження використовуватися наближений апертурний метод, що базується на принципі Гюйгенса-Кірхгофа, метод еквівалентних схем, методи чисельного дослідження та натурального експерименту.

Результати. Удосконалено та виведено нові розрахункові формули, що враховують вплив торцевих ємностей, які показують наступні особливості: довжина циліндричного діелектричного узгоджувального трансформатора повинна бути меншою чверті довжини хвилі, за цього величина зменшення визначається ємністю торців; торцеві ємності збільшують необхідний хвильовий опір цього трансформатора; смуга пропускання антени збільшується за зменшення перепаду опорів, які підлягають узгодженню. Практичним значенням результатів дослідження є зменшення втрат потужності сигналу в антені за рахунок покращення узгодження, що визначено за зміною коефіцієнта стоячих хвиль за напругою в заданій смузі частот круглого хвилеводу. Для відкритого кінця хвилеводу круглого перетину із циліндричним діелектричним узгоджувальним трансформатором, розрахованим за удосконаленою методикою, діаграми спрямованості як у площині E , так і в площині H наближаються до діаграм спрямованості круглого хвилеводу із синфазним розкритом.

Висновки. Перевірку запропонованої методики здійснено шляхом порівняння теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень зміни коефіцієнта стоячої хвилі за напругою у смузі частот і діаграми спрямованості в площинах E та H за використання відомої та удосконаленої методик.

1350. Algorithms and software suite for reliability assessment of complex technical systems / V. S. Yakovyna, M. M. Seniv, I. I. Symets, N. B. Sambir // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 163-177.

Context. One of the most essential properties of technical systems is their reliability, i.e. the ability of the system to perform intended functions, preserving with time the values of operation indicators within the predefined boundaries. The failure cost for modern complex technical system can be very high, which can result in events of different severity ranging from economic losses to harm to human life and health. Hence, the requirements for their reliability constantly increase. The reliability assessment of complex technical systems can be simplified by the combination of analytical research methods with computational capabilities of modern computers. The most widely used analytical methods are based on the theory of Markov processes which in turn provide the possibility to determine the time dependencies of probabilities of the system to be in defined states (operating, recovering, failure etc.), and thus the values and time dependencies of the reliability indices needed. These methods can be successfully used for the reliability analysis of different kinds of technical systems: both non-recovered and recovered; non-redundant and redundant of different redundancy types, maintenance priorities etc. However, the application of these methods for complex technical systems containing large number of elements meets the high dimensional calculation problem, which makes it impossible to perform these tasks manually. Hence the problem of automation of complex technical system reliability modeling using modern computational systems is very relevant research topic. To solve this problem, one can use specific algorithmic and software techniques described in this paper.

Objective. The goal of this article is to develop the algorithms for automated RBD processing and reliability indices assessment of complex technical systems along with the software suite for automated reliability assessment.

Method. To perform the reliability analysis the RBD approach is used which allows one to represent and visualize each element of the system in the form of a rectangle, joined by the lines in parallel or in series with other elements of the system. To obtain the reliability indices values the mathematical model of technical system reliability behavior using Markovian random process was suggested. The algorithm of RBD processing and automatic determination of operability conditions of a technical system was further considered. To calculate the minimum and maximum number of operational and failure states for the system of n elements and recoveries the paper introduces a mathematical model based on combinatorial approach. To develop the software suite the object-oriented approach was used.

Results. The algorithms and software suite allows us to easily construct RBD for a technical system, to automatically determine the operability condition with execution time of about 10 sec for 1,000 elements with mixed type of connection, to form automatically a state-and-transition matrix along with the corresponding differential equation system and solve it with total execution time of about 35 sec for 109 states and, thus to obtain the numerical values of reliability indices for the technical system studied. A case study of the reliability assessment for the system consisting of 22 elements using RBD shows that the total time of software execution is 36.712 sec. During executing of this test case the most time (35.168 sec) was spent for execution of the algorithm for construction of a state-and-transition graph consisting of 52,694 states.

Conclusions. The algorithms and methods for automated reliability indices assessment of complex technical systems based on RBD approach, as well as model for estimating the number of total and working system states are presented. The modular structure of the developed software suite makes it flexible and gives an opportunity to add and make modifications of modules fast and without significant program changes.

1351. Conception and application of dependable internet of things based systems

/ O. O. Illiashenko, M. A. Kolisnyk, A. E. Strielkina I. V. Kotsiuba, V. S. Kharchenko

// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 139-150.

Context. The problem is in the design, development, maintenance and commissioning of interoperable dependable systems using on the Internet of Things based on von Neumann paradigm of “building reliable systems from unreliable components” for dependable service-oriented systems and infrastructures.

Objective. The goals of the paper are in the development of concepts and principles and assessment technologies for creation and maintenance of complex critical systems based on Internet of Things (IoT) as well as implementation of research in various domains.

Method. In the paper the concept of development of dependable systems on the basis of the Internet of things is described. The multisectoral analysis of methods and models of reliability and cybersecurity (dependability) evaluation of information and control systems of critical applications using the Internet of things has been performed for different domains: power, healthcare, industrial, etc. The analysis has shown that some software failures and malfunctions, cyberattacks and consequences of influence of attacks are identical for all domains, but there are specific features for each domain, which are necessary to consider at working out of methodology of maintenance of dependability of reliability of systems of critical applications using the Internet of things.

Results. The developed conception, methods, tools and technologies for the creation and implementation of dependable information & control systems for critical applications based on the Internet of Things.

Conclusions. The paper proposes a conception that includes a set of scientific and applied tasks for the development of methods, tools and technologies for the creation and implementation of dependable information & analytical and information & control systems for critical applications based on the Internet of Things. The prospects for further research may include the detailing of the developed models, methods and technologies to ensure the dependability of complex information & control systems for critical applications based on the Internet of Things.

1352. Demchuk A. B. Method of defining free places in video content for imposition typhlocomments / A. B. Demchuk, O. V. Lozynska // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 4 (55). – P. 129-138.

Context. The problem of accessibility of video content is one of the most pressing problem for people with visual impairments. To solve this problem, the methods and means of construction, editing and adaptation of video content for visually impaired persons are development.

Objective. The goal of the work is to develop the method of searching silent areas in the scale for the imposition of typhlocomments and improve the search modules in the software-algorithmic complex of adaptation of video content for visually impaired persons.

Method. The method of searching for places that free from dialogues and other important sounds in video content is implemented. These places of video content are used for inserting typhlocomments. The algorithms of scanning and filtration modules for arrays and searching places available for the imposition of the typhlocomments are developed. This will allow for additional smoothing of the spectrum. Smoothing runs in the forward direction, then in reverse. After calculating the correlation of these two smoothed rrays, we see that almost all the short signals are deleted. For the useful signal, the values that smoothed in the forward and reverse direction overlap and therefore remain in the array. Next, the correlation between the smoothed arrays is compared with the set threshold, and if it does not match the set value, then this element of the array is 0. As a result of the algorithm, we have a list of places. For each item in the list, the beginning of the silence place and its length are specified.

Results. On the basis of the developed method of finding places to insert typhlocomments and improved modules, the testing of software-algorithmic complex was performed in standard configuration, and with the additional smoothing module. The first version of the software-algorithmic complex gave the next result: 120 useful pauses. Version with the additional module found 140 useful pauses.

Conclusions. The results of the experiment make it possible to evaluate the developed method and improved modules of scanning, filtration and smoothing. These modules giving a significant gain of results (about 13%), searching for the places for the imposition of typhlocomments, which improves the adapted video content for people with visual impairments.

1353. Gorodnov V. P. The states final probabilities analytical description in queuing system with an entrance flow of requirements groups, with waiting and leaving the / V. P. Gorodnov, V. A. Kyrylenko, I. E. Repilo // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 35-47.

Context. The problem of predicting the efficiency of real queuing systems in the event of a possible arrival of requirements groups and leaving of "impatient" requirements from the queue. The aim of the study was to model the operation of such systems to create opportunities to control their operation in real time.

Objective. The aim of the research is to obtain an analytical description of the state's final probabilities in a Markov queuing system with an input flow of requirements groups, with individual service of requirements, with a limited number of waiting places and with individual leaving of "impatient" requirements from the queue that is necessary to predict the values of the queuing system performance indicators.

Method. The probabilities of queuing systems states with an input flow of requirements groups with a random composition and with leaving of "impatient" requirements from the queue are described by the Kolmogorov differential equations. In a stationary state, these equations are transformed into a linearly dependent homogeneous system of algebraic equations. The structure of the equations depends on the numerical values of the input flow requirements group's parameters and the controlled service system. Therefore, an attempt to predict the efficiency of a system is faced with the need to write down and numerically solve a countable set of algebraic equations systems that is quite difficult. The key idea of the proposed method for finding an analytical description of the final probabilities for the specified queuing system was the desire to localize the influence of requirements groups in the input flow on the operation of the queuing system in multiplicative non-ordinary functions. Such functions allow obtaining the required analytical description and assessing the degree of the final probabilities transformation, in comparison with known systems, as well as assessing the predicted values of the noted queuing system efficiency indicators when choosing the parameters for controlling its operation.

Results. For the first time analytical expressions are obtained for the final probabilities of the queuing system states with an input flow of random composition requirements groups, with a limited number of waiting places, with individual service and leaving "impatient" requirements from the queue, which makes it possible to evaluate all known indicators of the system's performance.

Conclusions. The resulting description turned out to be a general case for well-known types of Markov queuing systems with non-ordinary and with the simplest input flow of requirements. The results of the numerical experiment testify in favor of the correctness of the obtained analytical expressions for the final probabilities and in favor of the possibility of their practical application in real queuing systems when solving problems of forecasting efficiency, as well as analyzing and synthesizing the parameters of real queuing systems.

1354. Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller / S. M. Zinchenko, V. M. Mateichuk, P. S. Nosov, I. S. Popovych, E. S. Appazov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 197-207.

Context. The article discusses the issues of increasing the accuracy of automatic control of a moving object using a mathematical model of a meter and a device observing measurement errors in the on-board controller of the control system. The object of the research is the processes of automatic control of a moving object with a mathematical model of a meter and a device observing measurement errors in the on-board controller of the control system. The subject of the research is a method and algorithms for increasing the accuracy of automatic control of a moving object with a mathematical model of a meter and a device observing measurement errors in the on-board controller of the control system.

Objective. The aim of research is an improving the accuracy of automatic control of a moving object.

Method. This aim is achieved through the use in the on-board controller of the control system of the mathematical meter model and the observing device built on its basis, the estimation of the useful component and the systematic error, depending on the motion parameters of the controlled object, using only the useful component for control, without systematic error.

Results. A method and algorithms for increasing the control accuracy of a moving object through the use in the on-board controller of a mathematical meter model and an observer of systematic measurement errors, built on its basis, have been developed. The efficiency and effectiveness of the developed method and algorithms were confirmed by mathematical modeling in the MATLAB environment of the control processes of a moving object in a closed circuit with a control system.

Conclusions. The results of mathematical modeling confirmed the operability and efficiency of the proposed method and algorithms and allow them to be used for practical purposes in the development of mathematical support for high – precision automatic control systems.

1355. Kodnyanko V. A. Fast rational interpolation of transfer functions of linear dynamic systems with distributed parameters / V. A. Kodnyanko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 48-54.

Context. Fast method of rational interpolation of the transfer function of linear dynamical systems with distributed parameters is described, the values of which can be found by numerical methods or by calculating the transcendental functions of the Laplace integral transform variable. The method makes it possible to determine explicitly the transfer function and, in particular, the characteristic equation of such a degree, which is sufficient to meet the accuracy requirements when calculating the root quality criteria for the dynamics of automatic control systems.

Objective. According to the proposed method, rational interpolation is reduced to solving a system of linear equations, the order of which is much lower (more than twice) the order of similar systems used for rational interpolation of functions by known methods. The properties of this system are such that its solution can be obtained by special fast methods of the quadratic order of complexity.

Method. An iterative algorithm for calculating the transfer function coefficients of a linear dynamic system with distributed parameters is carried out using the methods of complex variable functions theory using the discrete Laplace transform. The proposed approach made it possible to significantly speed up the calculations by decomposing the system of linear equations with respect to the coefficients of the transfer function to a system of approximately half the order, which allows a quick solution by the methods of Trench, Berlekamp-Massey, or Euclid.

Results. An example of the practical use of an iterative algorithm for rational interpolation and calculation with a given accuracy of the root quality criteria for the dynamics of a support with gas lubrication is considered.

Conclusions. The method allows to define explicitly the characteristic equation of such a degree, which is sufficient to meet the accuracy requirements when calculating the root quality criteria for the dynamics of automatic control systems. Rational interpolation is reduced to solving a system of linear equations, the order of which is much lower (more than twice) the order of similar system used for rational interpolation of functions by known methods. The properties of the system are such that its solution can be obtained by special fast methods of the quadratic order of complexity.

1356. Kozhukhivskiy A. D. ERP-system risk assessment methods and models / A. D. Kozhukhivskiy, O. A. Kozhukhivska // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 151-162.

Context. Because assessing information security risks is a complex and complete uncertainty process, and non-appearance is a major factor influencing the effectiveness of the assessment, is advisable use vague methods and models that are adaptive to noncomputed data. The formation of vague assessments of risk factors is subjective, and risk assessment depends on the practical results obtained in the process of processing the risks of threats that have already arisen during the functioning of the organization and experience of information security professionals.

Objective. The object of the study are neural models that combine methods of fuzzy logic and artificial neural net-works and systems, that is, human-like style considerations of fuzzy systems with training and simulation of mental phi novena of neural networks.

Method. The paper analyzes modern areas of research in the field of information protection in information systems, methods and technologies of information security risk Assessments, use of vague models to solve problems of information security risk assessment, as well as concept and con-struction of ERP systems and analyze problems of their security and vulnerability.

Results. Identified factors influencing risk assessment suggest the use of linguistic variables to describe them and use fuzzy variables to assess their qualities, as well as a system of qualitative assessments. The choice of parameters for the development of the structure of a fuzzy product model of risk assessment and the basis of the rules of fuzzy logical conclusion justified.

Conclusions. A vague risk assessment model of ERP systems is considered. You have selected a list of factors that affect information security risk. The methods of assessment of risks of information resources and ERP-systems in general, assessment of financial losses from the implementation of threats, determination of the type of risk according to its assessment for the formation of recommendations for their processing in order to maintain the level of protection of the ERP-system are considered. The list of linguistic variable models is considered. The structure of the database of fuzzy product rules – MISO-structure is selected. Fuzzy variable models are considered.

1357. Kupriyanov V. V. Telemetrical information evaluation about geophysical processes at conditions of noise / V. V. Kupriyanov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2020. – № 4 (55). – P. 26-34.

Context. The problem of minimizing information losses during discrete measurement of methane content during the extraction of coal in coal mines is considered.

Objective. The object of the study was the methodology for assessing the loss of telemetric information about geophysical processes in mines under noise conditions. The purpose of the work is to create a set of discrete and block schemes for obtaining information to assess its losses in the presence of distortions based on an information approach.

Method. The results of a study of the methodology for solving the problem of minimizing information loss when measuring methane content in coal mines are presented. A measure of distortions arising from the discrete display of the set of states of the geophysical process in the measurement space under noise and error conditions in the elements of the automated methane control subsystem is proposed. Along with this measure, a model is also proposed for determining the lower boundary of the expected information for given distortions, based on the solution of the optimization problem. The characteristics of some discrete and block schemes for obtaining information are investigated. The proposed block schemes take into account the grouping of transition probability values in three, five, seven, ten, and fifteen-dimensional versions. By varying the size of the grouping in blocks, the technique allows one to obtain various levels of detail of the boundaries of the expected information.

Results. The developed schemes were implemented in software and investigated to solve the problem of minimizing information loss while monitoring methane contents in coal mines.

Conclusions. The experiments carried out confirmed the operability of the proposed software and allow us to recommend it for use in practice when constructing n -dimensional schemes for obtaining information. Prospects for further research may lie in an experimental study of the proposed schemes on a larger set of practical tasks of a different nature, as well as in the creation of promising measuring systems based on the principles of information analysis.

1358. Nechuiviter O. P. Cubature formula for approximate calculation integral of highly oscillating function of three variables (irregular case) / O. P. Nechuiviter // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 65-73.

Context. The integrals of highly oscillating functions of many variables are one of the central concepts of digital signal and image processing. The object of research is a digital processing of signals and images using new information operators.

Objective. The work aims to construct a cubature formula for the approximate calculation of the triple integral of a rapidly oscillating function of a general form.

Method. Modern methods of digital signal processing are characterized by new approaches to obtaining, processing and analyzing information. There is a need to build mathematical models in which information can be given not only by the values of the function at points, but also as a set of traces of the function on the planes and as a set of traces of the function on the lines. There are algorithms which are optimal by accuracy for calculating the integrals of highly oscillating functions of many variables (regular case), which involve different types of information in their construction. As a solution of a broader problem for the irregular case, the work presents the cubature formula for the approximate calculation of the triple integral of the highly oscillating function in a general case. The presented algorithm for approximate calculation of the integral is based on the application of operators that restore the function of three variables using a set of traces of functions on the mutually perpendicular planes. Operators use piece-wise splines as auxiliary functions. The cubature formula correlates with a formula of the Filon type. An error estimation of the approximation of the integral from the highly oscillating function by the cubature formula on the class of differential functions is obtained.

Results. The cubature formula of the approximate calculation of the triple integral from the highly oscillating function of a general form is researched.

Conclusions. The experiments confirm the obtained theoretical results on the error estimation of the approximation triple integral from the highly oscillating function in a general form by the cubature formula. The prospect of further research is to obtain an estimation of the approximation error on wider classes of functions and to prove that the proposed cubature formula is optimal by the order of accuracy.

1359. Ostapiuk Z. V. Multitopic text clustering and cluster labeling using contextualized word embeddings / Z. V. Ostapiuk, T. O. Korotyeyeva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 95-105.

Context. In the current information era, the problem of analyzing large volumes of unlabeled textual data and its further grouping with respect to the semantic similarity between texts is emerging. This raises the need for robust text analysis algorithms, namely, clustering and extraction of key data from texts. Despite recent progress in the field of natural language processing, new neural methods lack interpretability when used for unsupervised tasks, whereas traditional distributed semantics and word counting techniques tend to disregard contextual information.

Objective. The objective of the study is to develop an interpretable text clustering and cluster labeling methods with respect to the semantic similarity that require no additional training on the user's dataset.

Method. To approach the task of text clustering, we incorporate deep contextualized word embeddings and analyze their evolution through layers of pretrained transformer models. Given word embeddings, we look for similar tokens across all corpus and form topics that are present in multiple sentences. We merge topics so that sentences that share many topics are assigned to one cluster. One sentence can contain a few topics, it can be present in more than one cluster simultaneously. Similarly, to generate labels for the existing cluster, we use token embeddings to order them based on how much they are descriptive of the cluster. To do so, we propose a novel metric – token rank measure and evaluate two other metrics.

Results. A new unsupervised text clustering approach was described and implemented. It is capable of assigning a text to different clusters based on semantic similarity to other texts in the group. A keyword extraction approach was developed and applied in both text clustering and cluster labeling tasks. Obtained clusters are annotated and can be interpreted through the terms that formed the clusters.

Conclusions. Evaluation on different datasets demonstrated applicability, relevance, and interpretability of the obtained results. The advantages and possible improvements to the proposed methods were described. Recommendations for using methods were provided, as well as possible modifications.

1360. Pihnastyi O. M. Optimal stabilization algorithm for production line flow parameters / O. M. Pihnastyi, V. D. Khodusov, V. Y. Kazak // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 188-196.

Context. A method for constructing an algorithm for stabilizing the interoperability of a production line is considered. The object of the study was a model of a multi-operational production line.

Objective. The goal of the work is to develop a method for constructing an optimal algorithm for stabilizing the flow parameters of a production line, which provides asymptotic stability of the state of flow parameters for a given quality of the process.

Method. A method for constructing an algorithm for stabilizing the level of interoperative backlogs of a multi-operational production line is proposed. The stabilization algorithm is based on a two-moment PDE-model of the production line, which made it possible to represent the production line in the form of a complex dynamic distributed system. This representation made it possible to define the stabilizing control in the form of a function that depends not only on time but also on the coordinates characterizing the location of technological equipment along the production line. The use of the method of Lyapunov functions made it possible to synthesize the optimal stabilizing control of the state of interoperation backlogs at technological operations of the production line, which ensures the asymptotic stability of the given unperturbed state of the flow parameters of the production line at the lowest cost of technological resources spent on the formation of the control action. The requirement for the best quality of the transition process from a disturbed state to an unperturbed state is expressed by the quality integral, which depends both on the magnitude of the disturbances that have arisen and on the magnitude of the stabilizing controls aimed at eliminating these disturbances.

Results. On the basis of the developed method for constructing an algorithm for stabilizing the state of flow parameters of a production line, an algorithm for stabilizing the value of interoperation backlogs at technological operations of a production line is synthesized.

Conclusions. The use of the method of Lyapunov functions in the synthesis of optimal stabilizing control of the flow parameters of the production line makes it possible to provide asymptotic damping of the arising disturbances of the flow parameters with the least cost of technological resources spent on the formation of the control action. It is shown that in the problem of stabilizing the state of interoperative backlogs, the stabilizing value of the control is proportional to the value of the arising disturbance. The proportionality coefficient is determined through the coefficients of the quality integral and the Lyapunov function. The prospect of further research is the development of a method for constructing an algorithm for stabilizing the productivity of technological operations of a production line.

1361. Povhan I. F. Limited method for the case of algorithmic classification tree / I. F. Povhan // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 106-117.

Context. The general problem of constructing the algorithmic recognition (classification) trees on the basis of a limited method in the artificial intelligence theory has been considered. The object of the present study is a concept of classification tree (a limited method-based algorithmic classification tree). The relevant methods, algorithms and schemes (a limited method) of constructing the algorithmic classification trees are the subject of this study.

Objective. The goal of this work is to develop a simple and efficient limited method of constructing the tree-like recognition and classification models on the basis of the algorithmic classification trees for training selection of a large-volume discrete information that is characterized by a structure of classification trees obtained from independent recognition algorithms assessed in accordance with their general efficiency calculation functional for a wide class of applied tasks.

Method. A limited method of constructing the algorithmic classification tree is suggested that constructs a tree-like structure for the preset initial training selection (an ACT model) consisting of a set of autonomous classification/recognition algorithms assessed at each ACT construction step (stage) in accordance with the initial classification. In other words, the limited method of constructing the algorithmic classification tree is suggested, and its idea is a step-by-step approximation of the arbitrary volume/structure selection by a set of independent classification/recognition algorithms. This method provides formation of a current algorithmic tree vertex (node, the generalized ACT attribute) with the selection of the most efficient (high-quality) autonomous classification algorithms from the initial set and construction completion of only those ACT structure paths, where the largest number of classification errors occurs. Such approach at constructing the resultant classification tree (the ACT model) allows the tree size and complexity (i.e. the total number of transitions, structure vertices and layers) to be reduced considerably, the quality of the next analysis (interpretability) and the possibility of decomposition to be increased as well as the ACT structures to be built given the limited hardware resources. The above limited method of constructing the algorithmic classification tree enables one to construct diverse tree-like recognition models with a preset accuracy for a wide class of the artificial intelligence theory tasks.

Results. The limited method of constructing the algorithmic classification tree developed and presented in this work has software realization and was investigated and compared to the logical classification tree methods (on the basis of elementary attribute set selection) and the algorithmic tree classification methods (first and second-type ones) when solving the task of real geological data recognition.

Conclusions. The experiments carried out in the present work have proved the performance capabilities of the software suggested and demonstrate the possibility of its promising utilization for the solution of a wide spectrum of applied recognition/classification problems. The outlook of further studies and approbations may be related to the creation of methods of other-type algorithmic classification trees that introduce a stopping criterion for the procedure of a tree model in accordance with the structure depth, optimization of its software realizations and to the experimental studies of this method for a wider circle of practical tasks.

1362. Tarasov V. N. Teletraffic model based on HE2/H2/1 systems with ordinary and with shifted input distributions / V. N. Tarasov, N. F. Bakhareva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 74-84.

Context. The problem of deriving a solution for the average waiting time in a closed form queue for an ordinary system with second-order hyper-Erlang and hyperexponential input distributions and a system with shifted hyper-Erlang and hyperexponential input distributions is considered.

Objective. Obtaining a solution for the main characteristic of the system – the average waiting time for requirements in the queue for a queuing system of type G/G/1 with conventional and shifted second-order hyper-Erlang and hyperexponential input distributions.

Method. To solve this problem, we used the classical method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integralequation, which allows us to obtain a solution for the average waiting time for the systems in question in a closed form. The spectral decomposition method for solving the Lindley integral equation occupies an important part of the theory of G/G/1 systems. For the practical application of the results obtained, the well-known method of moments of probability theory is used.

Results. For the first time, spectral decompositions of the solution of the Lindley integral equation for both systems were obtained, with the help of which calculation formulas for the average waiting time in the queue for the above systems in closed form are derived. This approach allows you to calculate the average waiting time for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. All other system characteristics are derived from the average waiting time.

Conclusions. It is shown that the hypererlang second-order distribution law, as well as the hyperexponential one, which is threeparameter, can be determined by both the first two moments and the first three moments. The choice of this law of probability distribution is because its coefficient of variation covers a wider range than for hyperexponential distribution. For shifted hypererlang and hyperexponential distribution laws, the coefficients of variation decrease and cover an even wider range than for conventional distributions. The introduction of time-shifted distributions expands the scope of QS taking into account the well-known fact from the queuing theory that the average waiting time is associated with the coefficients of variation of the intervals of arrivals and the service time by a quadratic dependence. The spectral decomposition method for solving the Lindley integral equation for a queuing system with second-order hyper-Erlang and hyperexponential input distributions allows us to obtain a solution in a closed form and this solution is published for the first time. The resulting solution complements and extends the well-known queuing theory formula for the average queue waiting time for queuing systems of type G/G/1.

1363. The formation method of complex signals ensembles by frequency filtration of pseudo-random sequences with low interaction in the time domain / S. V. Indyk, V. P. Lysechko, O. S. Zhuchenko, V. S. Kitov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2020. – № 4 (55). – P. 7-14.

Context. The problem of forming complex signal ensembles on the basis of frequency band filtering and research of their properties is considered. The object of research is the process of synthesis of signal ensembles based on frequency filtering of pseudo-random sequences of short video pulses with low interaction in the time domain.

Objective. It is to form complex signal ensembles with satisfactory values of intercorrelation properties, which are close to the signals with minimal energy interaction.

Method. The results of the application of forming complex signal ensembles method by frequency filtering of pseudo-random sequences with low interaction in the time domain are presented. As a result of the spectral band selection of the studied pseudorandom short video pulse sequences due to the use of bandpass filters based on the Chebyshev filter of the first kind, new samples of sequences with spectrum restriction are obtained. By applying intercorrelation analysis to the obtained sequence samples, the values of the maximum emissions of the side lobes of the cross-correlation functions (CCF) for all possible signal pairs are estimated. If the values of the maximum emissions of the side lobes of the CCF signals exceed the limit values, the sequence of the analyzed pair with a smaller value of the number of pulses is removed from the ensemble. In case of satisfactory value – the received signals are accepted for the signal ensemble formation with the minimum power interaction. Thus, a new set of values of the maximum emissions of the side lobes of the CCF is formed. This approach increases the number of signals in ensembles with satisfactory values of statistical characteristics with limited signal spectrum width, and the correlation properties of such sequences approach the signals with minimal energy interaction, which reduces the level of multiple access interference. As a result, complex signal ensembles obtained by frequency filtering should be used in cognitive radio systems with code division multiplexing.

Results. Based on the software implementation of the method of forming complex signal ensembles by frequency filtering of pseudo-random sequences with low interaction in the time domain, signals with satisfactory values of statistical characteristics with limited signal spectrum width with intercorrelation properties close to signals with minimal energy interaction and higher ensemble volume were selected.

Conclusions. The application of frequency filtering to pseudo-random sequences of short video pulses with a low level of cross correlation allows to obtain complex signal ensembles, which will be similar in correlation properties to sequences with minimal energy interaction. It will reduce the level of multiple access interference. The analysis revealed that the use of frequency filtering of sequences will slightly worsen the mutual correlation properties of signals, possibly due to suboptimal synthesis of values of maximum emission levels of side lobes of CCF signals, but, nevertheless, it is possible to use such signals in modern cognitive systems radio access multiple access with code division multiplexing.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2021

№ 1

1364. Бабчук С. М. Математичні моделі продуктивності кластерної системи на базі Raspberry Pi 3B+ / С. М. Бабчук, Т. В. Гуменюк, І. Т. Романів // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 1 (56). – С. 46-56.

Актуальність. Для вирішення багатьох наукових задач та для роботи з складними прикладними завданнями необхідні високопродуктивні обчислювальні системи. Раніше реальну паралельну обробку даних підтримували тільки суперкомп'ютери, доступ до яких є дуже обмеженим і ускладненим. В даний час одним із шляхів вирішення даної проблеми є побудова невеликих дешевих кластерів на базі одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi.

Мета. Розробити комплексний критерій ефективності роботи кластерної системи, який би міг належним чином охарактеризувати роботу такої системи та знайти залежності продуктивності кластерної системи на базі Raspberry Pi 3B+ від кількості плат в ній при різних системах охолодження.

Метод. Запропоновано застосовувати при аналізі невеликих кластерних комп'ютерних систем комплексний критерій ефективності роботи кластерної системи, який буде враховувати загальну продуктивність кластерної комп'ютерної системи, продуктивність одного обчислювального елементу в кластерній комп'ютерній системі, споживання електроенергії кластерною системою, споживання електроенергії з розрахунку на один обчислювальний елемент, собівартість обчислення 1 Гфлопс кластерною комп'ютерною системою, загальну вартість кластерної комп'ютерної системи.

Результати. Розроблений комплексний критерій ефективності роботи кластерної системи використано при створенні дослідної кластерної системи на базі одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi 3B+. Також розроблено математичні моделі залежності продуктивності невеликої кластерної системи на базі одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi 3B+ в залежності від кількості плат в ній при різних системах охолодження.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили доцільність використання розробленого комплексного критерію ефективності роботи кластерної системи та дозволяють рекомендувати його до використання на практиці при створенні невеликих кластерних систем. Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні вагових коефіцієнтів складових елементів комплексного критерію ефективності роботи кластерної системи, а також в експериментальному вивченні запропонованих вагових коефіцієнтів.

1365. Булашенко А. В. Комбінований критерій вибору маршрутизації на основі d2d технології / А. В. Булашенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 1 (56). – С. 7-13.

Актуальність. Мережі 5G здатні покращувати існуючі послуги та забезпечувати нову якість послуг. Мережі зв'язку 5G об'єднують в собі різні радіотехнології та технології фіксованих мереж зв'язку, тому їх часто називають гетерогенними, що підкреслює їх різницю від інших мереж. Одними із основних особливостей таких мереж є надійність та ультра малі затримки. Саме Інтернет речей є базовою складовою концепції надійних мереж. 3GPP пропонує планувати мережі 5G виходячи із умови, що в 1 км² є один мільйон пристроїв. Також мережі зв'язку з ультра малими затримками мають великий вплив на методи побудови мереж, особливо для концепції Тактильного Інтернету. Такі мережі потребують децентралізації внаслідок вимоги до затримки в 1 мс. Це вимагає нових підходів побудови мереж нового покоління, що є причиною розвитку нових технологій. Однією із таких технологій є технологія пристрій-пристрій D2D. Ця технологія дає можливість зменшити навантаження на ядро мережі завдяки використанню значної долі трафіка безпосередньо між пристроями і дає можливість зменшити затримку при забезпеченні послуг мережі.

Мета. Мета роботи полягає в тому, щоб створити оптимальний комбінований критерій вибору ефективних маршрутів трафіка у безпроводній мережі на основі технології D2D.

Метод. Багато сучасних робіт присвячено вивченню технології D2D, але вони не є повністю дослідженими у питаннях вивчення маршрутизації в таких мережах. Досить об'єктивним є дослідження мереж, що побудовані на основі взаємодії пристроїв між собою по технології D2D, оскільки такі взаємодії виявилися ефективною технологією. Це, в свою чергу, вимагає розробку відповідних методів маршрутизації у мережах, що використовують технологію D2D, особливо із врахуванням властивості надійності мереж 5G. У роботі запропонований критерій вибору маршрутів з врахуванням завад всередині каналів, що утворюють вузли мережі. Цей критерій поєднує в собі вибір маршрутів за критеріями довжини та за критерієм максимуму пропускної здатності.

Результати. Розроблений комбінований критерій вибору маршрутизації трафіка у безпроводній мережі, що використовує технологію D2D. Результати дослідження проілюстровані графічними даними.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили працездатність та ефективність розробленого методу та дозволяють рекомендувати його для використання на практиці при виборі маршруту із врахуванням тих властивостей мережі, що в найбільшій степені відображаються на якості маршруту.

1366. Гавриленко С. Ю. Розробка методу ідентифікації стану комп'ютерної системи на основі алгоритму "Isolation Forest" / С. Ю. Гавриленко, І. В. Шевердін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 1 (56). – С. 105-116.

Актуальність. Розглянуто задачу ідентифікації стану комп'ютерної системи. Об'єктом дослідження є процес ідентифікації стану комп'ютерної системи. Предметом дослідження є методи та засоби ідентифікації стану комп'ютерної системи.

Мета. Метою роботи є розробка методу ідентифікації стану комп'ютерної системи.

Метод. Розроблено метод ідентифікації стану комп'ютерної системи на основі комплексного використання процедури групування нерозмічених вихідних даних та технології машинного навчання на основі алгоритму "Isolation Forest", який надає можливість ідентифікувати стан комп'ютерної системи і виділити назву процесу, який спричинив аномальний стан. Для цього запропоновано процедуру та розроблено програмний додаток для збору статистичних даних у вигляді подій функціонування операційної системи та виконано їх аналіз. Отримано, що найбільш інформативними є операції читання та запису. Для формування єдиного даних сету, операції читання та запису зіставлено з назвою процесу та об'єднано в один масив груп подій, що надалі дозволяє виділити процес, який спричиняє аномальний стан комп'ютерної системи. За результатами дослідження, у якості складової методу ідентифікації стану комп'ютерної системи використано ансамблевий алгоритм "Isolation Forest". Проведено оцінку точності та оперативності розробленого методу ідентифікації стану комп'ютерної системи.

Результати. Розроблений метод реалізований програмно і досліджений під час розв'язання задачі ідентифікації аномалій функціонування комп'ютерної системи.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого методу, що надає можливість рекомендувати його для практичного використання з метою підвищення оперативності ідентифікації стану комп'ютерної системи та використання його у якості експрес-методу. Перспективи подальших досліджень можуть полягати в розробці ансамблю нечітких дерев рішень на основі запропонованого методу, оптимізації його програмних реалізацій.

1367. Кравець П. О. Ігрова модель онтологічної підтримки проектів / П. О. Кравець, В. В. Литвин, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – С. 172-183.

Актуальність. У сучасному інформаційному суспільстві із розвиненими засобами телекомунікації за допомогою мобільних пристроїв та комп'ютерних мереж актуальним є формування різноманітних віртуальних організацій та спільнот. Такі віртуальні об'єднання людей за професійними або іншими інтересами призначені для оперативного розв'язування різноманітних задач: для виконання проектних завдань, створення стартапів з метою залучення інвесторів, організації мережного маркетингу, організації дистанційного навчання, вирішення складних питань в науці, економіці та державному управлінні, побудови різноманітних Інтернет-сервісів, обговорення політичних і соціальних процесів тощо.

Метою дослідження є розроблення адаптивного марковського рекурентного методу на основі стохастичної апроксимації модифікованої умови доповняльної нежорсткості, справедливої у точках рівноваги за Нешем для розв'язування задачі ігрового покриття проектів.

Метод. У цій роботі розроблена багатоагентна ігрова модель для формування віртуальних команд виконавців проектів на основі бібліотек предметних онтологій. Необхідні для виконання проектів компетенції та здібності агентів задаються наборами онтологій. Інтелектуальні агенти випадково, одночасно і незалежно вибирають один із проектів у дискретні моменти часу. Агенти, що обрали один і той же проект, визначають поточний склад команди його виконавців. Для команд агентів обчислюється поточний штраф за недостатнє покриття компетенцій об'єднаними здібностями агентів. Цей штраф використовується для адаптивного перерахунку змішаних стратегій гравців. Збільшуються імовірності вибору тих команд, поточний склад яких призвів до зменшення штрафу за непокриття онтологій. У ході повторювальної стохастичної гри агенти сформують вектори змішаних стратегій, які забезпечать мінімізацію усереднених штрафів за непокриття проектів.

Результати. Для розв'язування задачі ігрового покриття проектів розроблено адаптивний марковський рекурентний метод на основі стохастичної апроксимації модифікованої умови доповняльної нежорсткості, справедливої у точках рівноваги за Нешем.

Висновки. Комп'ютерне моделювання підтвердило можливість застосування моделі стохастичної гри для формування команд виконавців проектів з необхідною онтологічною підтримкою в умовах невизначеності. Збіжність ігрового методу забезпечується дотриманням фундаментальних умов та обмежень стохастичної оптимізації. Достовірність експериментальних досліджень підтверджується повторювальністю отриманих результатів для різних послідовностей випадкових величин.

1368. Новожилова М. В. Прогнозування параметрів багатовимірних просторово-часових рядів з урахуванням властивості нестационарності розподілу часової складової / М. В. Новожилова, В. А. Андронов, Р. С. Мележик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – С. 66-77.

Актуальність. Актуальність роботи полягає в розробці методів збору, аналізу та обробки просторово-часової інформації, а саме рядів даних, розподілених як у просторі, так і у часі та побудові на цій основі комп'ютерної ймовірнісної моделі процесу прогнозування виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій техногенного характеру на інженерній інфраструктурі міста. Просторово-часовий характер рядів даних визначає додаткові вимоги до процедур ідентифікації математичної моделі ряду, отже, в статті пропонується низка підходів до виявлення його структури та побудови моделі ряду.

Мета. Створення, методична та програмна реалізація комп'ютерної моделі просторово-часового ряду, що використовуватиметься для прогнозування майбутніх значень локацій та часу виникнення надзвичайних ситуацій на інженерній інфраструктурі мегаполісу і підвищення ефективності прийняття рішень.

Метод. Розроблено проекційний підхід, що передбачає незалежне визначення випадкових просторових параметрів аварійних ланок інженерної інфраструктури як послідовності двох одновимірних рівномірних розподілів та визначення часового розподілу моментів виникнення аварій як нестационарного розподілу Пуассона. Запропоновано інтегральний підхід, який включає побудову точок-генераторів, потужність яких (характеристика складності аварії) визначається на основі реалізації підходу порівнювальної статистики з так званим накопичувальним ефектом у межах певного часу. Побудовано релаксаційний підхід до визначення параметрів моделі вихідного просторово-часового ряду, що базується на кластеризації просторової складової за відповідною часовою характеристикою. Проведено формалізацію просторово-часового поля, побудовано процедури інформаційного забезпечення процесу прогнозування параметрів просторово-часового ряду, виконано типізацію вихідних даних для проведення чисельних експериментів на прикладі мережі водопостачання та водовідведення комунального підприємства "Харківводоканал", м. Харків.

Результати. Запропоновано дуальну методологію щодо визначення параметрів імітаційної моделі просторово-часового ряду, що містить як проекційний так і інтегральний підходи, а також комбіновану методику - релаксаційний підхід. Проведено чисельні експерименти на основі побудованої моделі, що є теоретичною основою для здійснення та побудови прогнозу з використанням великого обсягу історичних даних.

Висновки. В роботі одержав подальший розвиток метод прогнозування параметрів просторово-часових рядів з урахуванням властивості нестационарності розподілу часової складової. Застосування запропонованих інструментальних засобів комп'ютерного моделювання дозволяє підвищити точність прогнозу локації, часу настання та тяжкості можливої аварії на інженерній інфраструктурі мегаполісу.

1369. Тарасов В. Н. Математическая модель задержки на основе систем с гиперэрланговским и эрланговским распределениями / В. Н. Тарасов // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – С. 87-96.

Актуальность. Исследования систем G/G/1 в теории массового обслуживания актуальны в связи с тем, что такие системы представляют интерес для анализа задержки систем передачи данных. В то же время нельзя получить решения для задержки в конечном виде в общем случае при произвольных законах распределений входного потока и времени обслуживания. Поэтому важны исследования таких систем для частных случаев входных распределений. Рассмотрена задача вывода решения для средней задержки в очереди в замкнутой форме для двух систем с обычными и со сдвинутыми гиперэрланговскими и эрланговскими входными распределениями.

Цель работы. Получение решения для основной характеристики системы - средней задержки требований в очереди для двух систем массового обслуживания типа G/G/1 с обычными и со сдвинутыми гиперэрланговскими и эрланговскими входными распределениями.

Метод. Для решения поставленной задачи использован метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Данный метод позволяет получить решение для средней задержки ожидания для рассматриваемых систем в замкнутой форме. Метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли играет важную роль в теории систем G/G/1. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов теории вероятностей.

Результаты. Впервые получены спектральные разложения решения интегрального уравнения Линдли для двух систем, с помощью которых выведены расчетные выражения для средней задержки в очереди в замкнутой форме. Тем самым построены математические модели задержки требований в очереди для этих систем.

Выводы. Полученные формулы расширяют и дополняют известную формулу теории массового обслуживания для среднего времени ожидания для систем G/G/1 с произвольными законами распределений входного потока и времени обслуживания. Такой подход позволяет рассчитать среднюю задержку для указанных систем в математических пакетах для широкого диапазона изменения параметров трафика.

Кроме средней задержки, такой подход дает возможность определить и моменты высших порядков задержки. Учитывая тот факт, что вариация задержки пакетов (джиттер) в телекоммуникациях определяется как разброс задержки от ее среднего значения, то джиттер можно будет определить через дисперсию задержки.

Полученные результаты публикуются впервые.

1370. Шевелев С. С. Реконфигурируемая вычислительная модульная система / С. С. Шевелев // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – С. 194-207.

Актуальность. Современные универсальные вычислительные машины способны реализовать любой алгоритм, но при решении определенных задач по скорости обработки не могут конкурировать со специализированными вычислительными модулями. Специализированные устройства имеют высокое быстродействие, эффективно решают задачи по обработке массивов, задач искусственного интеллекта, используются в качестве управляющих устройств. Применение специализированных микропроцессорных модулей, которые реализуют обработку строк символов, логических и числовых значений, представленных в виде целых и действительных чисел, позволяет повысить быстродействие выполнения арифметических операций за счет использования параллелизма при обработке данных.

Цель. Разработать принципы построения микропроцессорных модулей для вычислительной модульной системы с перестраиваемой структурой, арифметико-символьного процессора, специализированных вычислительных устройств, коммутационных систем способных конфигурировать микропроцессоры и специализированные вычислительные модули в мультиконвейерную структуру для повышения быстродействия выполнения арифметических и логических операций, высокоскоростных алгоритмов проектирования специализированных процессоров-акселераторов символьной обработки. Разработать алгоритмы, структурные и функциональные схемы специализированных математических модулей, выполняющих арифметические операции в прямых кодах на нейрноподобных элементах и систем децентрализованного управления работой блоков.

Метод. Построен информационный граф вычислительного процесса модульной системы с перестраиваемой структурой. Разработаны структурные и функциональные схемы, алгоритмы, реализующие построение специализированных модулей для выполнения арифметических и логических операций, поисковых операций и функций замены вхождений в обрабатываемых словах. Разработано программное обеспечение моделирования работы арифметико-символьного процессора, специализированных вычислительных модулей, систем коммутаций.

Результаты. Разработана структурная схема реконфигурируемой вычислительной модульной системы, которая состоит из совместимых функциональных модулей, она способна к статической и динамической реконфигурации, имеет параллельную структуру соединения процессора и вычислительных модулей за счет использования интерфейсных каналов. Система состоит из арифметико-символьного процессора, специализированных вычислительных модулей и систем коммутаций, выполняет специфические задачи символьной обработки информации, арифметические и логические операции.

Выводы. Архитектура реконфигурируемых вычислительных систем может динамически изменяться в процессе их функционирования. Появляется возможность адаптации архитектуры вычислительной системы под структуру решаемой задачи, создавать проблемно-ориентированные вычислители, структура которых соответствует структуре решаемой задачи. В качестве основного вычислительного элемента в реконфигурируемых вычислительных системах используются не универсальные микропроцессоры, а программируемые логические интегральные схемы, которые объединены с помощью высокоскоростных интерфейсов в единое вычислительное поле. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные системы на основе полей являются эффективным средством для решения потоковых задач обработки информации и управления.

1371. Application of the "jumping frogs" algorithm for research and optimization of the technological process / N. D. Koshevoy, V. V. Muratov, A. L. Kirichenko, S. A. Borisenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 57-65.

Context. An application of the method of a "jumping frogs" search algorithm to construct optimal experiment plans for cost (time) in the study of technological processes and systems that allow the implementation of an active experiment on them is proposed. The object of study are optimization methods for cost (time) costs of experimental designs, based on the application of a "jumping frogs" search algorithm.

Objective. To obtain optimization results by optimizing the search of a "jumping frogs" search algorithm for the cost (time) costs of plans for a full factorial experiment.

Method. A method is proposed for constructing a cost-effective (time) implementation of an experiment planning matrix using algorithms for searching for "jumping frogs". At the beginning, the number of factors and the cost of transitions for each factor level are entered. Then, taking into account the entered data, the initial experiment planning matrix is formed. Then, taking into account the entered data, the initial matrix of experiment planning is formed. The "jumping frogs" method determines the "successful frog" by the lowest cost of transitions between levels for each of the factors. After that, the permutations of the "frogs" are performed. The "frog" strives for the most "successful" and, provided it stays close, remains in the location. Then the gain is calculated in comparison with the initial cost (time) of the experiment.

Results. Software has been developed that implements the proposed method, which was used to conduct computational experiments to study the properties of these methods in the study of technological processes and systems that allow the implementation of an active experiment on them. The experimental designs that are optimal in terms of cost (time) are obtained, and the winnings in the optimization results are compared with the initial cost of the experiment. A comparative analysis of optimization methods for the cost (time) costs of plans for a full factorial experiment is carried out.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed method and the software that implements it, and also allows us to recommend it for practical use in constructing optimal experiment planning matrices.

1372. Babeniuk G. M. Delay tolerant networking support for creation high-accuracy magnetic field maps / G. M. Babeniuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 144-157.

Context. The main purpose of Correlation Extremal Navigation system is finding coordinates in case of absence of Global Positioning System signal and as a result high-accuracy maps as the main source of information for finding coordinates are very important. Magnetic field map as the main source of information can include errors values, as an example: not good enough equipment or human factor can cause error value of measurements.

Objective. In order to create high-accuracy maps given work proposes to improve the process of creating magnetic field maps. The given work represents delay tolerant networking as an additional approach for data transmission between magnetic observatory and magnetic station and its improvement.

Method. Improved Dijkstra's algorithm together with Ford-Fulkerson's algorithm for finding path with minimum capacity losses, earliest delivery time and maximum bit rate in case of overlapping contacts should be represented in the given work because nowadays, delay tolerant networking routing protocols do not take into account the overlap factor and resulting capacity losses and it leads to big problems

Results. For the first time will be presented algorithm that chooses the route that guarantees the minimum of capacity losses, earliest delivery time and maximum bit rate in the delay tolerant networking with overlapping contacts and increases the probability of successful data transmission between magnetic stations and magnetic observatories.

Conclusions. In order to perform high-accuracy measurement of magnetic field group of people allocate their equipment for magnetic field measurement in remote areas in order to avoid the influence of environment on measurements of magnetometer. Since magnitude of magnetic field can vary dependent on temperature, proximity to the ocean, latitude (diurnal variation of magnetic field) and magnetic storms magnetic station from time to time adjusts its measurements with a help of reference values of magnetic field (magnetic station sends request for reference values to magnetic observatory). The problem of the given approach is that remote areas usually are not covered by network (no Internet) and as a result the adjustment of measurements is impossible. In order to make adjustment of measurements possible and as a result improve accuracy of magnetic maps given work proposed the usage of Delay Tolerant Networking that delivers internet access to different areas around the world and represented its improvement to make its approach even better. The results are published for the first time.

1373. Bodyanskiy Y. V. Online fuzzy clustering of incomplete data using credibilistic approach and similarity measure of special type / Y. V. Bodyanskiy, A. Y. Shafronenko, I. N. Klymova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 97-104.

Context. In most clustering (classification without a teacher) tasks associated with real data processing, the initial information is usually distorted by abnormal outliers (noise) and gaps. It is clear that "classical" methods of artificial intelligence (both batch and online) are ineffective in this situation. The goal of the paper is to propose the procedure of fuzzy clustering of incomplete data using credibilistic approach and similarity measure of special type.

Objective. The goal of the work is credibilistic fuzzy clustering of distorted data, using of credibility theory.

Method. The procedure of fuzzy clustering of incomplete data using credibilistic approach and similarity measure of special type based on the use of both robust goal functions of a special type and similarity measures, insensitive to outliers and designed to work both in batch and its recurrent online version designed to solve Data Stream Mining problems when data are fed to processing sequentially in real time.

Results. The introduced methods are simple in numerical implementation and are free from the drawbacks inherent in traditional methods of probabilistic and possibilistic fuzzy clustering data distorted by abnormal outliers (noise) and gaps.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the effectiveness of proposed methods of credibilistic fuzzy clustering of distorted data operability and allow recommending it for use in practice for solving the problems of automatic clusterization of distorted data. The proposed method is intended for use in hybrid systems of computational intelligence and, above all, in the problems of learning artificial neural networks, neuro-fuzzy systems, as well as in the problems of clustering and classification.

1374. Bomba A. Y. The optimization of the shape and size of the injection contacts of the integrated p-i-n-structures on the base of using the conformal mapping method / A. Y. Bomba, I. P. Moroz, M. V. Boichura // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 14-27.

Context. P-i-n-diodes are widely used in a microwave technology to control the electromagnetic field. The field is controlled by the formation of an electron-hole plasma in the region of an intrinsic semiconductor (i-region) under the influence of a control current. The development of control devices on p-i-n-diodes has led to the emergence of integral p-i-n-structures of various types, the characteristics of which (for example, switching speed, switched power level, etc.) exceed the similar characteristics of volume diodes. The properties of p-i-n-structures are determined by a number of processes: the diffusion-drift charge transfer process, the recombination-generation, thermal, injection, and the so on. Obviously, these processes should be taken into account (are displayed) in the mathematical model of the computer-aided design system for control devices of a microwave systems. Integrated process accounting leads to the formulation of complex tasks. One of them is the task of optimizing the shape, geometric dimensions and placement of the injected contacts (an active region).

Objective. The goal of the work is the development of a mathematical model and the corresponding software of the process of a microwave waves interaction with electron-hole plasma in an active region of the surface-oriented integral p-i-n-structures with ribbon-type freeform contacts to optimize an active region shape and its geometric dimensions.

Method. The main idea of the developed algorithm is to use the conformal mapping method to bring the physical domain of the problem to canonical form, followed by solving internal boundary value problems in this area for the ambipolar diffusion equation and the wave equation using numerical-analytical methods (the finite difference method; partial domains method using projection boundary conditions similar to the Galerkin method). The optimization algorithm is based on a phased solution of the following problems (the shape and geometric dimensions of the active region are specified at each stage): a computational grid of nodes for the physical regions of the problem is being found, in an active region the carriers concentration distribution is being determined and the energy transmitted coefficient in the system under study is being calculated, which is used in the proposed optimization functional. The extreme values of the functional are found by the uniform search method.

Results. The proposed mathematical model and the corresponding algorithm for optimizing the shape and geometric dimensions of the active region (i-region) of integrated surface-oriented p-i-n-structures expands the tool base for the design of semiconductor circuits of microwave frequencies (for example, similar to CST MICROWAVE STUDIO).

Conclusions. An algorithm has been developed to optimize the shape and geometrical dimensions of the active region of integrated surface-oriented p-i-n-structures with in-depth contacts intended for switching millimeter-wave electromagnetic signals. The universality of the algorithm is ensured by applying the method of conformal transformations of spatial domains. The example of the application of the proposed algorithm to search for the optimal sizes of wedge-shaped (in cross-section) contacts of silicon structures is considered.

1375. Deep reinforcement learning with sparse distributed memory for "Water world" problem solving / M. A. Novolarskyi, S. G. Stirenko, Y. G. Gordienko, V. A. Kuzmych // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 136-143.

Context. Machine learning is one of the actively developing areas of data processing. Reinforcement learning is a class of machine learning methods where the problem involves mapping the sequence of environmental states to agent's actions. Significant progress in this area has been achieved using DQN-algorithms, which became one of the first classes of stable algorithms for learning using deep neural networks. The main disadvantage of this approach is the rapid growth of RAM in real-world tasks. The approach proposed in this paper can partially solve this problem.

Objective. The aim is to develop a method of forming the structure and nature of access to the sparse distributed memory with increased information content to improve reinforcement learning without additional memory.

Method. A method of forming the structure and modification of sparse distributed memory for storing previous transitions of the actor in the form of prototypes is proposed. The method allows increasing the informativeness of the stored data and, as a result, to improve the process of creating a model of the studied process by intensifying the learning of the deep neural network. Increasing the informativeness of the stored data is the result of this sequence of actions. First, we compare the new transition and the last saved transition. To perform this comparison, this method introduces a rate estimate for the distance between transitions. If the distance between the new transition and the last saved transition is smaller than the specified threshold, the new transition is written in place of the previous one without increasing the amount of memory. Otherwise, we create a new prototype in memory while deleting the prototype that has been stored in memory the longest.

Results. The work of the proposed method was studied during the solution of the popular "Water World" test problem. The results showed a 1.5-times increase in the actor's survival time in a hostile environment. This result was achieved by increasing the informativeness of the stored data without increasing the amount of RAM.

Conclusions. The proposed method of forming and modifying the structure of sparse distributed memory allowed to increase the informativeness of the stored data. As a result of this approach, improved reinforcement learning parameters on the example of the "Water World" problem by increasing the accuracy of the model of the physical process represented by a deep neural network.

1376. Gorev V. N. Approximate solutions for the kolmogorov-wiener filter weight function for continuous fractional gaussian noise / V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – Р. 29-34.

Context. We consider the Kolmogorov-Wiener filter for forecasting of telecommunication traffic in the framework of a continuous fractional Gaussian noise model.

Objective. The aim of the work is to obtain the filter weight function as an approximate solution of the corresponding Wiener-Hopf integral equation. Also the aim of the work is to show the convergence of the proposed method of solution of the corresponding equation.

Method. The Wiener-Hopf integral equation for the filter weight function is a Fredholm integral equation of the first kind. We use the truncated polynomial expansion method in order to obtain an approximate solution of the corresponding equation. A set of Chebyshev polynomials of the first kind is used.

Results. We obtained approximate solutions for the Kolmogorov-Wiener filter weight function for forecasting of continuous fractional Gaussian noise. The solutions are obtained in the approximations of different number of polynomials; the results are obtained up to the nineteen-polynomial approximation. It is shown that the proposed method is convergent for the problem under consideration, i.e. the accuracy of the coincidence of the left-hand and right-hand sides of the integral equation increases with the number of polynomials. Such convergence takes place due to the fact that the correlation function of continuous fractional Gaussian noise, which is the kernel of the corresponding integral equation, is a positively-defined function.

Conclusions. The Kolmogorov-Wiener filter weight function for forecasting of continuous fractional Gaussian noise is obtained as an approximate solution of the corresponding Fredholm integral equation of the first kind. The proposed truncated polynomial expansion method is convergent for the problem under consideration. As is known, one of the simplest telecommunication traffic models is the model of continuous fractional Gaussian noise, so the results of the paper may be useful for telecommunication traffic forecast.

1377. Identification of marine emergency response of electronic navigation operator / P. S. Nosov, V. V. Cherniavskiy, S. M. Zinchenko, I. S. Popovych, Y. A. Nahrybelnyi, H. V. Nosova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 208-223.

Context. The article introduces an approach for analyzing the reactions of a marine electronic navigation operator as well as automated identification of the likelihood of the negative impact of the human factors in ergatic control systems for sea transport. To meet the target algorithms for providing information referring to the results of human-machine interaction of an operator in marine emergency response situations while managing increasing complexity of navigation operations' carrying out are put forward.

Objective. The approach delivers conversion of the operator's actions feature space into a logical-geometric one of p -adic systems making the level of the operator's intellectual activity by using automated means highly likely to be identified. It is sure to contribute to its dynamic prediction for the sake of further marine emergency situations lessening.

Method. Within the framework of the mentioned above approach attaining objective as automated identification of the segmented results of human-machine interactions a method for transforming deterministic fragments of an operator's intellectual activity in terms of p -adic structures is proposed to be used. To cope with such principles as specification, generalization as well as transitions to different perception spaces of the navigation situation by the operator are said to be formally specified. Having been carried out of simulation modeling has turned out to confirm the feasibility of the proposed above approach causing, on the grounds of temporary identifiers, the individual structure of the operator's reactions to be determined. As a result, the data obtained has delivered the possibility of having typical situations forecasted by using automated multicriteria methods and tools. This issue for its part is said to be spotted as identification of individual indicators of the operator's reaction dynamics in complex man-machine interaction.

Results. In order to have the proposed formal-algorithmic approach approved an experiment was performed using the navigation simulator Navi Trainer 5000 (NTPRO 5000). Automated analysis of experimental server and video data have furnished the means of deterministic operator actions identification in the form of metadata of the trajectory of his reactions within the space of p -adic structures. Thus, the results of modeling involving automated neural networks are sure to facilitate the time series of the intellectual activity of the electronic marine navigation operator to be identified and, therefore, to predict further reactions with a high degree of reliability.

Conclusions. The proposed formal research approaches combined with the developed automated means as well as algorithmic and methodological suggestions brought closer to the objectives for solving the problem of automated identification of the negative impact of the human factors of the electronic navigation operator on a whole new level. The efficiency of the proposed approach is noticed to have been approved by the results of automated processing of experimental data and built forecasts.

1378. Implementation of the indicator system in modeling of complex technical systems / S. D. Leoshchenko, S. A. Subbotin, A. O. Oliynyk, O. E. Narivs'kiy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 117-126.

Context. The problem of determining the optimal topology of a neuromodel, which is characterized by a high level of logical transparency in modeling complex technical systems, is considered. The object of research is the process of applying an indicatorsystem to simplify and select the topology of neuromodels.

Objective of the work is to develop and use a system of indicators to determine the level of complexity of the modeling problem and gradually select the optimal logically transparent topology of the neuromodel.

Method. A method is proposed for selecting an optimal, logically transparent neural network topology for modeling complex technical systems using a system of corresponding indicators. At the beginning, the method determines the overall level of complexity of the modeling task and, using the obtained estimate, determines the method for further optimization of the neuromodel. Then, using Task data and input data characteristics, the method allows to obtain the most optimal structure of the neural model for further modeling of the system. The method reduces trainingvtime and increases the level of logical transparency of neuromodels, which significantly expands the practical use of such models, without using neuroevolution methods, which may not be justified by resource-intensive tasks.

Results. The developed method is implemented and investigated in solving the problem of modeling the dynamics of pitting processes of steel alloys. Using the developed method made it possible to reduce the training time of the model by 22%, depending on the computing resources used. The method also increased the level of logical transparency of the model by reducing the number of computing nodes by 50%, which also indicates faster and more efficient use of resources.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed mathematical support and allow us to recommend it for use in practice in the design of topologies of neuromodels for further solving modeling, diagnosis and evaluation problems. Prospects for further research may consist in the development of methods for structural optimization of previously synthesized models and the development of new methods for feature selection.

1379. Kleiman L. A. Improving the functioning reliability of the information management system elements, using built-in diagnostic tools / L. A. Kleiman, V. I. Freyman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 158-171.

Context. In the modern world, information management systems have become widespread. This make it possible to automate the technological processes of enterprises of various sizes. Many information management systems include wireless and autonomous elements. Autonomy, in this case, means the ability of the system elements to function for a certain time without additional energy supply. In this regard, such a parameter of operational reliability as the battery life of a system element becomes one of the most important. One of the main tools for improving the reliability and fault tolerance of information management system elements - is the use of a modern diagnostic system.

Objective. The aim of the work is to develop a method for increasing the reliability of the functioning of autonomous elements of information management systems. It includes the creation of a model of an information management system and an algorithm for reasonable redistribution of diagnostic functions, as well as a software implementation of the developed algorithm, which confirms its higher reliability indicators in comparison with other algorithms.

Methods. The basic model was the Preparata-Metz-Chen model. On its basis, a new model of the system was built, including the structural and logical description of the elements and the determination of the way of their interaction. The elements were classified by the degree of criticality of the functions performed in the system. On the basis of the developed model and description of the elements, an algorithm was developed for the reasonable redistribution of the diagnostic load, which made it possible to reduce the average energy consumption of the elements and thereby improve the reliability indicators. A software implementation of the developed algorithm was created, which allows to numerically evaluate its advantages. The developed and existing algorithms were compared.

Results. A model of information management system has been developed. In such a system, it is proposed to use an integrated test diagnostics system. This diagnostic system implements algorithms for redistributing the diagnostic load. To determine the importance of the characteristics taken into account, a linear criterion was chosen, as the most studied and fastest in application. A software model, that implements the developed algorithm and makes it possible to compare it with existing algorithms, has been developed. A study of the software model with various parameters was carried out and, based on the results of the software simulation, conclusions were drawn about the possibilities of improving the algorithm and directions for further scientific research were formulated.

Conclusions. The usage of the developed algorithm makes it possible to increase such a characteristic of the reliability of the elements of the information and control system as the mean time of failure-free operation (mean time between failures) by increasing the operating time of autonomous elements without recharging. When carrying out software modeling of the developed and existing algorithms, the advantages of the first were confirmed, and theoretical possibilities for its improvement were formulated.

1380. Neskorodieva T. V. Method of spectral clustering of payments and raw materials supply for the compliance audit planning / T. V. Neskorodieva, E. E. Fedorov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 1 (56). – P. 127-135.

Context. The analytical procedures used in the audit are currently based on data mining techniques. The work solves the problem of increasing the efficiency and effectiveness of analytical audit procedures by clustering based on spectral decomposition. The object of the research is the process of auditing the compliance of payment and supply sequences for raw materials.

Objective. The aim of the work is to increase the effectiveness and efficiency of the audit due to the method of spectral clustering of sequences of payment and supply of raw materials while automating procedures for checking their compliance.

Method. The vectors of features are generated for the objects of the sequences of payment and supply of raw materials, which are then used in the proposed method. The created method improves the traditional spectral clustering method by automatically determining the number of clusters based on the explained and sample variance rule; automatic determination of the scale parameter based on local scaling (the rule of K-nearest neighbors is used); resistance to noise and random outliers by replacing the k-means method with a modified PAM method, i.e. replacing centroid clustering with medoid clustering. As in the traditional approach, the data can be sparse, and the clusters can have different shapes and sizes. The characteristics of evaluating the quality of spectral clustering are selected.

Results. The proposed spectral clustering method was implemented in the MATLAB package. The results obtained made it possible to study the dependence of the parameter values on the quality of clustering.

Conclusions. The experiments carried out have confirmed the efficiency of the proposed method and allow us to recommend it for practical use in solving audit problems. Prospects for further research may lie in the creation of intelligent parallel and distributed computer systems for general and special purposes, which use the proposed method for segmentation, machine learning and pattern recognition tasks.

1381. Perevaryukha A. Y. Universal method for computational modeling of threshold phenomenon in the nonsteady biological processes / A. Y. Perevaryukha // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 1 (56). – P. 78-86.

Context. In modern conditions occur abrupt changes in ecosystems. The species composition of Caspian Sea is changing rapidly. The dynamics of populations acquires an extreme character with the development of rapid invasions. The mathematical description of scale transformations requires new modeling methods. Complicated population regimes of changes have features of the threshold phenomenon in process of its development.

Objective. We set the goal of computational modeling of practically important scenarios - groups of situations that relate to extreme and transitional dynamics of ecosystems, like outbreaks at the onset of dangerous invasions. We are developing a method that, on the basis of the survival model of generations, will conduct a description of sudden transitions to rapid but limited outbreak of numbers or, on contrary, a collapse of stocks like Atlantic cod in 1992 or Peruan anchovy *Engraulis ringens* in 1985. The purpose of our modeling is to improve the accuracy of forecasts of the population size when experts are estimates a rational strategy for the exploitation of biological resources.

Method. Situations of abrupt but short-term changes in population processes cannot be calculated by traditional mathematical models and expressed in terms of asymptotic dynamics - closed limit trajectory sets. The basis of the idea of the method proposed by us is the formalization of nonlinear efficiency of reproduction, which changes in a threshold manner only in strictly defined environmental conditions. We use continuous-discrete time in the model for early ontognosis of the cod fish and insect pests. The method with triggers allows us to take into account in simulation experiments logic and motivation of making decisions by experts, people who manage the strategy of exploiting biological resources. Models assess variability for development of situations

Results. We have implemented new method of bounded trigger functionals into hybrid system of the equations, that acting in selected specific states of biosystems. Analysis of new model scenarios with modifications of functionals in the basic hybrid system for extreme situations in fish and insect pests is carried out.

Conclusions. We consider the method to be universal, since selection of the functional can be adapted to a wide class of models using differential equations on a fixed interval.

1382. Progonov D. O. Influence of digital images preliminary noising on statistical stegdetectors performance / D. O. Progonov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – P. 184-193.

Context. The problem of sensitive information protection during data transmission in communication systems was considered. The case of reliable detection of stego images formed according to advanced embedding methods was investigated. The object of research is digital images steganalysis of adaptive steganographic methods.

Objective. The goal of the work is performance analysis of statistical stegdetectors for adaptive embedding methods in case of preliminary noising of analyzed image with thermal and shot noises.

Method. The image pre-processing (calibration) method was proposed for improving stego-to-cover ratio for state-of-the-art adaptive embedding methods HUGO, MG and MiPOD. The method is aimed at amplifying negligible changes of cover image caused by message hiding with usage of Gaussian and Poisson noises. The former one is related to influence the thermal noise of charge-coupled device (CCD) based image sensor during data acquisition. The latter one is related to shot noise that originates from stochastic process of electron emission by photons hitting of CCD elements. During the research, parameters of thermal noise were estimated with two-dimensional Wiener filter, while sliding window of size 5x5 pixels was used for parameters evaluation for shot noise.

Results. The dependencies of detection error on cover image payload for advance HUGO, MG and MiPOD embedding methods were obtained. The results were presented for the case of image pre-noising with both Gaussian and Poisson noises, and varying of feature pre-processing methods.

Conclusions. The conducted experiments confirmed effectiveness of proposed approach for image calibration with Poisson noise. Obtained results allow us to recommend linearly transformed features to be used for improving stegdetector performance by natural image processing. The prospects for further research may include investigation usage of special noises, such as fractal noises, for improving stego-to-cover ratio for advanced embedding methods.

1383. Self-timed look up table for ULAs and FRGAs / S. F. Tyurin, A. Y. Skornyakova, Y. A. Slepchenkov, Y. G. Diachenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 1 (56). – C. 36-45.

Context. Self-Timed Circuits, proposed by D. Muller on the rise of the digital era, continues to excite researchers' minds. These circuits started with the task of improving performance by taking into account real delays. Then Self-Timed Circuits have moved into the field of green computing. At last, they are currently positioned mainly in the field of fault tolerance. There is much redundancy in Self-Timed Circuits. It is believed that Self-Timed Circuits approaches will be in demand in the nano-circuitry when a synchronous approach becomes impossible. Strictly Self-Timed Circuits check transition process completion for each gate's output. For this, they use so-called D. Muller elements (C-elements, hysteresis flip-flops, G-flip-flops). Usually, Self-Timed Circuits are designed on Uncommitted Logic Array. Now an extensive base of Uncommitted Logic Array Self-Timed gates exists. It is believed that Self-Timed Circuits are not compatible with FPGA technology. However, attempts to create self-timed FPGAs do not stop. The article proposes a Self-Timed Lookup Table for the Self-Timed Uncommitted Logic Array and the Self-Timed FPGA, carried out either by constants or utilizing additional memory cells. Authors proposed 1,2 - Self-Timed Lookup Table and described simulation results.

Objective. The work's goal is the analysis and design of the Strictly Self-Timed universal logic element based on Uncommitted Logic Array cells and pass-transistors circuits.

Methods. Analysis and synthesis of the Strictly Self-Timed circuits with Boolean algebra. Simulation of the proposed element in the CAD "ARC", TRANAL program, system NI Multisim by National Instruments Electronics Workbench Group, and layout design by Microwind. The reliability theory and reliability calculations in PTC Mathcad.

Results. Authors designed, analyzed, and proved the Self-Timed Lookup Table's workability for the Uncommitted Logic Arrays and FPGAs. Layouts of the novel logic gates are ready for manufacturing.

Conclusions. The conducted studies allow us to use proposed circuits in perspective digital devices.

№ 2

1384. Бодянський Є. В. Онлайн метод можливішої кластеризації даних на основі еволюційної оптимізації котячих зграй / Є. В. Бодянський, А. Ю. Шафроненко, І. М. Клімова // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – С. 65-70.

Актуальність. Проблема кластеризації великих даних сьогодні є дуже цікавою сферою штучного інтелекту. Це завдання часто зустрічається у багатьох додатках, пов'язаних з інтелектуальним аналізом даних, глибоким навчанням, веб-майнінгом тощо. Для вирішення цих проблем традиційні підходи та методи вимагають, щоб уся вибірка даних подавалася у пакетній формі.

Метою роботи було запропонувати метод нечіткої можливісної кластеризації даних з використанням еволюційної оптимізації котячих зграй, який був би позбавлений недоліків традиційних підходів до кластеризації даних.

Метод. Процедура нечіткої можливісної кластеризації даних із використанням еволюційних алгоритмів, для більш швидкого визначення екстремумів вибірки, центроїдів кластерів та адаптивних функцій, що дозволяють не витратити ресурси машини для зберігання проміжних розрахунків та не потребують додаткового часу для вирішення поставленої задачі кластеризації даних незалежно від розмірності та способу подачі на обробку.

Результати. Запропонований алгоритм кластеризації даних на основі еволюційної оптимізації є достатньо простим у чисельній реалізації, позбавлений недоліків, властивих традиційним методам нечіткої кластеризації та може працювати з великим розміром вихідної інформації, що обробляється, в режимі онлайн у реальному часі.

Висновки. Результати експерименту дозволяють рекомендувати розроблений метод для вирішення проблем автоматичної кластеризації та класифікації великих даних, максимально швидко знаходити екстремуми цільової функції, незалежно від способу подачі даних на обробку. Запропонований метод онлайн можливісної нечіткої кластеризації даних на основі еволюційної оптимізації котячих зграй призначений для використання у гібридних системах обчислювального інтелекту, нейро-фаззі системах, в навчанні штучних нейронних мереж, у завданнях кластеризації та класифікації.

1385. Реализация конечно-элементной библиотеки классов с использованием обобщенного программирования / С. В. Чопоров, М. С. Игнатченко, А. В. Кудин, А. Г. Кривохата, С. И. Гоменюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – С. 164-173.

Актуальность. Для компьютерного моделирования сложных объектов и явлений различной природы на практике часто используют численный метод конечных элементов. Его программная реализация (особенно для исследования новых классов задач) является достаточно трудоемким процессом.

Высокая стоимость разработки программного обеспечения обуславливает актуальность разработки новых подходов к повышению эффективности программирования и сопровождения (в т.ч. добавление новых функций).

Цель. Цель работы - создание новой эффективной архитектуры программ конечно-элементного анализа проблем математической физики, позволяющей легко расширять их функциональность для решения новых классов задач.

Метод. Предложен метод разработки программ для конечно-элементного анализа с использованием обобщенного программирования, что дает возможность существенно упростить архитектуру программного обеспечения и сделать его более удобным для сопровождения и модификации за счет разделения алгоритмов и структур данных.

Предложена новая архитектура классов, реализующих конечно-элементный расчет, позволяющая легко расширять функциональность программ за счет добавления новых типов конечных элементов, методов решения систем линейных алгебраических уравнения, параллельных вычислений и т.д.

Результаты. Предложенный подход был программно реализован в виде библиотеки классов на языке C++. Проведен ряд вычислительных экспериментов, подтвердивших его работоспособность при решении практических задач.

Выводы. Разработанный подход можно использовать как для создания систем конечно-элементного анализа общего назначения с открытой архитектурой, так и для реализации специализированных программных пакетов, ориентированных на решение конкретных классов задач (механики разрушения, эластомеров, контактного взаимодействия и т.п.).

1386. Романов О. М. Алгоритми пошуку періодичностей у цифрових послідовностях з блоковим кодуванням за їх кореляційними властивостями / О. М. Романов, В. Ю. Котюбін // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – С. 7-18.

Актуальність Для підвищення завадостійкості систем зв'язку і передачі даних широко застосовується завадостійке кодування. Найбільш розповсюдженими через свою ефективність є методи блокового кодування. В умовах часткової апіорної невизначеності виду і параметрів кодування перед декодуванням цифрової послідовності проводиться попередній аналіз для їх визначення. При блоковому кодуванні для визначення періоду цифрової послідовності, обумовленого додаванням до неї синхропослідовності, і який може визначати вид і параметри кодування, розповсюдженим підходом є використання їх кореляційних властивостей.

Метою роботи є викладення алгоритмів пошуку періодичностей у цифрових послідовностях з блоковим завадостійким кодуванням в умовах часткової апіорної невизначеності виду і параметрів завадостійкого коду.

Метод. У статті наведено два алгоритми пошуку періодичностей у цифрових послідовностях з блоковим кодуванням та описано принцип їх роботи. В основі одного алгоритму лежить обчислення АКФ, в основі іншого - ВКФ. Показано, що довжина цифрової послідовності повинна бути щонайменше в два рази більше максимально можливого періоду. Роботу обох алгоритмів проілюстровано на прикладах.

Результати. На основі запропонованих алгоритмів розроблено СПЗ. Результати визначення періоду цифрових послідовностей з блоковим завадостійким кодуванням при різних значеннях періоду підтвердили працездатність запропонованих алгоритмів. Обидва запропоновані алгоритми дають приблизно однаковий результат. Встановлено експериментальні залежності часу обчислення АКФ і ВКФ від довжини цифрової послідовності і максимально можливого періоду. Алгоритм пошуку періоду цифрової послідовності за ВКФ її складових є більш ефективним через меншу кількість обчислень.

Висновки. У роботі вперше отримано два алгоритми пошуку періодичностей у цифрових послідовностях з блоковим завадостійким кодуванням, які засновані на визначенні їх кореляційних функцій. Застосування розроблених алгоритмів на практиці дає змогу в умовах часткової апіорної невизначеності виду і параметрів завадостійкого коду визначати період цифрових послідовностей у масштабі реального часу навіть при великих значеннях періоду, а на його основі - ідентифікувати вид і параметри блокових завадостійких кодів.

1387. Синтез та використання нейромережевих моделей з ймовірнісним кодуванням структури / С. Д. Леоценко, А. О. Олійник, С. О. Субботін, Є. О. Гофман, М. Б. Ільяшенко. // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – С. 93-104.

Актуальність. Розглянуто задачу кодування інформації моделей на базі штучних нейронних мереж для подальшого пересилання та використання таких моделей. Об'єктом дослідження є процес кодування штучних нейронних мереж з використанням ймовірнісних структур даних.

Мета роботи полягає у розробці методу кодування нейронних мереж для зменшенні ресурсоемності процесу нейроеволюційного синтезу моделей.

Метод. Запропоновано метод кодування нейронних мереж на основі ймовірнісних структур даних. На початку метод використовує основні принципи підходу прямого кодування інформації про мережу та базуючись на секвенуванні кодує матрицю міжнейронних зв'язків у вигляді біополімерів. Потім використовуються ймовірнісні структури даних для більш компактного представлення початкової матриці. Для цього використовуються хеш-функції, початкова матриця проходить через процес хешування, що дозволяє значно знизити вимоги до ресурсів пам'яті. Метод дозволяє скоротити витрати пам'яті при пересилці штучних нейронних мереж, що значно розширює практичне використання таких моделей, запобігаючи різкому зменшенню точності їх роботи.

Результати. Розроблений метод реалізовано та досліджено при вирішенні задачі класифікації стану південнонімецьких кредиторів. Використання розробленого методу дозволило збільшити швидкість синтезу нейромоделі на 15-17,6%, в залежності від використовуваних обчислювальних ресурсів. Також метод дозволив скоротити долю пересилок інформації на 8%, що також свідчить про прискорення та більш раціональне використання ресурсів.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого математичного забезпечення і дозволяють рекомендувати його для використання на практиці при кодуванні моделей на основі штучних нейронних мереж для подальшого вирішення задач діагностування, прогнозування, оцінювання та розпізнавання образів. Перспективи подальших досліджень можуть полягати в попередній обробці даних для більш жорсткого контролю процесу кодування з метою мінімізації втрат якості роботи моделей на основі нейронних мереж.

1388. Стохастична псевдоспінова нейронна мережа з ридіагональними синаптичними зв'язками / Р. М. Пелешак, В. В. Литвин, О. І. Черняк, І. Р. Пелешак, М. В. Дорошенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – С. 114-122.

Актуальність. Для скорочення часу обчислювального ресурсу в задачах діагностування та розпізнавання спотворених образів на основі повнозв'язної стохастичної псевдоспінової нейронної мережі виникає необхідність прорідження синаптичних зв'язків між нейронами, що вирішується за допомогою методу діагоналізації матриці синаптичних зв'язків без втрати взаємодії між всіма нейронами в мережі.

Мета роботи. Створення архітектури стохастичної псевдоспінової нейромережі з розрідженими та діагональними синаптичними зв'язками без втрати взаємодії між всіма нейронами в мережі для зменшення часу її навчання.

Метод. У статті використовується метод Хаусхолдера, метод стиску вхідних образів на основі діагоналізації матриці синаптичних зв'язків та система комп'ютерної математики MATLAB для зведення повнозв'язної нейромережі до тридіагонального вигляду з прихованими синаптичними зв'язками між всіма нейронами.

Результати. Розроблено модель архітектури стохастичної нейромережі з розрідженими перенормованими синаптичними зв'язками, які враховують вилучені синаптичні зв'язки. На основі перетворення матриці синаптичних зв'язків повнозв'язної нейронної мережі до матриці Гессенберга з тридіагональними синаптичними зв'язками запропоновано перенормоване локальне правило Хебба. За допомогою системи комп'ютерної математики "WolframMathematica 11.3" розраховано в залежності від числа нейронів N відносний час налаштування синаптичних зв'язків (за одну ітерацію) у стохастичній псевдоспіновій нейронній мережі з тридіагональною матрицею зв'язків, відносно часу налаштування синаптичних зв'язків (за одну ітерацію) у повнозв'язній синаптичній нейронній мережі.

Висновки. Встановлено, що зі збільшенням числа нейронів час налаштування синаптичних зв'язків (за одну ітерацію) у стохастичній псевдоспіновій нейронній мережі з тридіагональною матрицею зв'язків, відносно часу налаштування синаптичних зв'язків (за одну ітерацію) у повнозв'язній синаптичній нейронній мережі, зменшується за гіперболічним законом. В залежності від напрямку псевдоспінів нейронів, запропоновано класифікацію перенормованої нейронної мережі із феромагнітною структурою, антиферомагнітною структурою та дипольним склом.

1389. Туровський О. Л. Порядок оцінки несучої частоти сигналу, що приймається супутниковою системою зв'язку в безперервному режимі / О. Л. Туровський, О. В. Дробик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – С. 28-38.

Актуальність. Однією з особливостей систем супутникового зв'язку є переважне використання в них під час прийому сигналу в безперервному режимі фазової модуляції сигналів, що призначені для передачі корисної інформації. Використання вказаного виду модуляції потребує вирішення завдання щодо оцінки несучої частоти сигналу. А сама оцінка зводиться до задачі оцінки частоти максимуму в спектрі фрагменту синусоїдального сигналу на фоні адитивного гаусівського шуму. В статті розглянуто процес оцінки несучої частоти сигналу, що приймається супутниковою системою зв'язку в безперервному режимі по правилу максимальної правдоподібності.

Мета. Розробка порядку оцінки несучої частоти сигналу, що приймається супутниковою системою зв'язку в безперервному режимі по правилу максимальної правдоподібності.

Метод. Запропонований в роботі порядок та розроблений на його основі алгоритм дає змогу здійснити оцінку несучої частоти по правилу максимальної правдоподібності з врахуванням умов невизначеності всіх параметрів сигналу, що приймається супутниковою системою зв'язку в безперервному режимі.

Результати. З метою практичного впровадження вказаного алгоритму в діючі схеми супутникового зв'язку, в роботі запропоновані схеми його апаратної реалізації. Для ілюстрації співвідношення кордонів мінімально граничної дисперсії оцінки несучої частоти в роботі подані залежності, які дозволяють здійснити порівняння мінімально граничної дисперсії, визначеної нижнім кордоном Крамера-Рао та мінімально граничної дисперсії, визначеної з урахуванням всіх параметрів сигналу.

Висновки. Аналіз поданих залежностей показав, що реальних умовах мінімальна дисперсія проведення несучої частоти сигналу по правилу максимальної правдоподібності, що приймається супутниковою системою зв'язку в безперервному режимі при невизначеності всіх параметрів сигналу може істотно відрізнятися від мінімальної дисперсії, отриманої на основі застосування нижнього кордону Крамера-Рао. Перспективи подальших досліджень слід спрямувати на розробку та створення алгоритмів та методик, спрямованих на МП-оцінку при умові максимального наближення мінімально граничної дисперсії оцінки несучої частоти реального сигналу до нижнього кордону Крамера-Рао, визначеного для оцінки несучої частоти в умовах визначеності інших параметрів сигналу.

1390. Avramenko S. E. Guided hybrid genetic algorithm for solving global optimization problems / S. E. Avramenko, T. A. Zheldak, L. S. Kohashkina // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 174-188.

Context. One of the leading problems in the world of artificial intelligence is the optimization of complex systems, which is often represented as a nonlinear function that needs to be minimized. Such functions can be multimodal, non-differentiable, and even set as a black box. Building effective methods for solving global optimization problems raises great interest among scientists.

Objective. Development of a new hybrid genetic algorithm for solving global optimization problems, which is faster than existing analogues.

Methods. One of the crucial challenges for hybrid methods in solving nonlinear global optimization problems is the rational use of local search, as its application is accompanied by quite expensive computational costs. This paper proposes a new GBOHGA hybrid genetic algorithm that reproduces guided local search and combines two successful modifications of genetic algorithms. The first one is BOHGA that establishes a qualitative balance between local and global search. The second one is HGDN that prevents re-exploration of the previously explored areas of a search space. In addition, a modified bump-function and an adaptive scheme for determining one of its parameters - the radius of the "deflation" of the objective function in the vicinity of the already found local minimum - were presented to accelerate the algorithm.

Results. GBOHGA performance compared to other known stochastic search heuristics on a set of 33 test functions in 5 and 25-dimensional spaces. The results of computational experiments indicate the competitiveness of GBOHGA, especially in problems with multimodal functions and a large number of variables.

Conclusions. The new GBOHGA hybrid algorithm, developed on the basis of the integration of guided local search ideas and BOHGA and HGDN algorithms, allows to save significant computing resources and speed up the solution process of the global optimization problem. It should be used to solve global optimization problems that arise in engineering design, solving organizational and management problems, especially when the mathematical model of the problem is complex and multidimensional.

1391. Criteria for estimating the sensorimotor reaction time by the small UAV operator / T. A. Vakaliuk, I. A. Pilkevych, A. M. Tokar, R. I. Loboda // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – P. 189-197.

Context. The rapid development of science and technology predetermines a significant expansion of the fields of application of UAVs different purposes. The key to the effective use UAVs is high-quality training of operators, an important element of which is the PPS of candidates, in particular, the assessment of their sensorimotor reactions. This can be achieved by selecting and justifying appropriate criteria.

Objective. The goal of the work is the justification criteria for estimating the time sensorimotor reactions of a small UAV operator by analyzing the density distribution of statistical data.

Method. A method has been developed to determine criteria for evaluating the time of sensorimotor reactions a small UAV operator based on the accumulation statistical material and its mathematical processing based on the results of a field experiment. The method allows to estimate numerical characteristics the distribution of the average reaction time in three modes: training production, in the conditions overload, in the conditions of overtraining and to obtain a generalized estimation. It was possible, by analyzing the occasional non-interruptible values, which take values within a certain range of values, to establish standards against which the obtained values the sensorimotor reaction time of the small UAV operator are compared and a decision is made on their suitability for training.

Results. We obtained statistical series for the modes of assessment: skill development, under obstacle conditions, under conditions skill restructuring. For a visual representation of the series the corresponding histograms the distribution of the average reaction time duration were constructed. In order to eliminate the representativeness error, statistical series alignment was carried out by selecting a theoretical distribution curve for each series, which displays only essential features of the statistical material. For this purpose, we approximated the histogram of distribution by the polynomial fourth degree. The interval theoretical density of distribution, in which the time sensomotor reaction of an arbitrary person is considered normal, with a given probability reliability such event - 0.95 has been established. To verify the effectiveness of the proposed method, algorithms for estimating the sensorimotor reaction time of a small UAV operator in three modes have been synthesized and the corresponding software that implements the proposed algorithms has been developed.

Conclusions. The criteria for evaluating the sensorimotor reaction time for UAV operator to a visual stimulus using specialized software were substantiated. This allowed the previous PPS training candidates to take into account the requirements to the motor skills of the small UAV operator and the specificity his movements. The conducted experiments confirmed the validity of decisions made. Prospects for further research may include expansion of testing modes with justification for appropriate evaluation criteria.

1392. Gulayeva N. M. Experimental analysis of multinational genetic algorithm and its modifications / N. M. Gulayeva, S. A. Yaremko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 71-83.

Context. Niching genetic algorithms are one of the most popular approaches to solve multimodal optimization problems. When classifying niching genetic algorithms it is possible to select algorithms explicitly analyzing topography of fitness function landscape; multinational genetic algorithm is one of the earliest examples of these algorithms.

Objective. Development and analysis of the multinational genetic algorithm and its modifications to find all maxima of a multimodal function.

Method. Experimental analysis of algorithms is carried out. Numerous runs of algorithms on well-known test problems are conducted and performance criteria are computed, namely, the percentage of convergence, real (global, local) and fake peak ratios; note that peak ratios are computed only in case of algorithm convergence.

Results. Software implementation of a multinational genetic algorithm has been developed and experimental tuning of its parameters has been carried out. Two modifications of hill-valley function used for determining the relative position of individuals have been proposed. Experimental analysis of the multinational genetic algorithm with classic hill-valley function and with its modifications has been carried out.

Conclusions. The scientific novelty of the study is that hill-valley function modifications producing less number of wrong identifications of basins of attraction in comparison with classic hill-valley function are proposed. Using these modifications yields to performance improvements of the multinational genetic algorithm for a number of test functions; for other test functions improvement of the quality criteria is accompanied by the decrease of the convergence percentage. In general, the convergence percentage and the quality criterion values demonstrated by the algorithm studied are insufficient for practical use in comparison with other known algorithms. At the same time using modified hill-valley functions as a post-processing step for other niching algorithms seems to be a promising improvement of performance of these algorithms.

1393. Gurskiy A. A. The automatic synthesis of Petri nets based on the functioning of artificial neural network / A. A. Gurskiy, A. V. Denisenko, S. M. Dubna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 84-92.

Context. The important task was solved during the scientific research related to the development of the methods for automatic synthesis of Petri nets while tuning up of the coordinating automatic control systems. The importance of development of these methods is due to the evolution of intelligent systems. These systems provide the automation of labor intensive processes in the particular case this is the tuning of the certain type of complex control systems.

Objective. The purpose of the scientific work is to minimize the time and automation of process in tuning of the multilevel coordinating automatic control systems.

Method. The principle of automatic synthesis of Petri nets and the implementation of certain algorithms for tuning complex control systems based on the functioning of an artificial neural network are proposed. The mathematical description of the method for changing the coefficients in neural connections of network in the synthesis of Petri nets is presented.

Results. The experiments were conducted in the Matlab\Simulink 2012a environment. These experiments were bound to the joint functioning of an artificial neural network and Petri nets. The functioning of Petri nets was presented in the MATLAB \ Simulink environment using Statflow diagrams.

As a result of the experiments we have obtained the temporal characteristics of the functioning of artificial neural network providing the composition of Petri nets. The fundamental suitability of using artificial neural network to provide the automatic composition of Petri nets was determined on the basis of analysis of temporal characteristics.

Conclusion. The problem linked to the development of system for the joint functioning of neural network and Petri nets for the formation of algorithms and sequential calculations was solved in this work. Thus the method of automatic synthesis of Petri nets and the method of developing of the certain algorithms based on the functioning of a neural network were further developed.

1394. Hnalushenko V. V. Automated pansharpening information technology of satellite images / V. V. Hnalushenko, V. Y. Kashtan // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – P. 123-132.

Context. Nowadays, information technologies are widely used in digital image processing. The task of joint processing of satellite image obtained by different space systems that have different spatial differences is important. The already known pansharpening methods to improve the quality of the resulting image, there are new scientific problems associated with increasing the requirements for high-resolution image processing and the development of automated technology for processing the satellite data for further thematic analysis. Most spatial resolution techniques result in artifacts. Our work explores the major remote sensing data fusion techniques at pixel level and reviews the concept, principals, limitations and advantages for each technique with the program implementation of research.

Objective. The goal of the work is analyze the effectiveness of the traditional pansharpening methods like the Brovey, the wavelet-transform, the GIHS, the HCT and the combined pansharpening method for satellite images of high-spatial resolution.

Method. In this paper we propose the information technology for pansharpening high spatial resolution images with automation of choosing the best method based on the analysis of quantitative and qualitative evolutions. The method involves the scaling multispectral image to the size of the panchromatic image; using histogram equalization to adjust the primary images by aligning the integral areas of the sections with different brightness; conversion of primary images after the spectral correction on traditional pansharpening methods; analyze the effectiveness of the results obtained for conducts their detailed comparative visual and quantitative evaluation. The technology allows determining the best method of pansharpening by analyzing quantitative metrics: the NDVI index, the RMSE and the ERGAS. The NDVI index for the methods Brovey and HPF indicate color distortion in comparison with the reference data. This is due to the fact that the Brovey and HPF methods are based on the fusion of three channel images and do not include the information contained in the near infrared range. The RMSE and the ERGAS show the superiority of the combined HSV-HCT-Wavelet method over the conventional and state-of-art image resolution enhancement techniques of high resolution satellite images. This is achieved, in particular, by preliminary processing of primary images, data processing localized spectral bases, optimized performance information, and the information contained in the infrared image.

Results. The software implementing proposed method is developed. The experiments to study the properties of the proposed algorithm are conducted. Experimental evaluation performed on eight-primary satellite images of high spatial resolution obtained WorldView-2 satellite. The experimental results show that a synthesized high spatial resolution image with high information content is achieved with the complex use of fusion methods, which makes it possible to increase the spatial resolution of the original multichannel image without color distortions.

Conclusions. The experiments confirmed the effectiveness of the proposed automated information technology for pansharpening high-resolution satellite images with the development of a graphical interface to obtain a new synthesized image. In addition, the proposed technology will effectively carry out further recognition and real-time monitoring infrastructure.

1395. Kodnyanko V. A. Combined newton's third-order convergence method for minimize one variable functions / V. A. Kodnyanko, O. A. Grigorieva, L. V. Strok // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 2 (57). – Р. 48-55.

Context. The article deals with the actual problem of numerical optimization of slowly computed unimodal functions of one variable. The analysis of existing methods of minimization of the first and second orders of convergence, which showed that these methods can be used to quickly solve these problems for functions, the values of which can be obtained without difficulty. For slowly computed functions, these methods give slow algorithms; therefore, the problem of developing fast methods for minimizing such functions is urgent.

Objective. Development of a combined third-order Newtonian method of convergence to minimize predominantly slowly computed unimodal functions, as well as the development of a database, including smooth, monotonic and partially constant functions, to test the method and compare its effectiveness with other known methods.

Method. A technique and an algorithm for solving the problem of fast minimization of a unimodal function of one variable by a combined numerical Newtonian method of the third order of convergence presented. The method is capable of recognizing strictly unimodal, monotonic and constant functions, as well as functions with partial or complete sections of a flat minimum.

Results. The results of comparison of the proposed method with other methods, including the fast Brent method, presented. 6954 problems were solved using the combined Newtonian method, while the method turned out to be faster than other methods in 95.5% of problems, Brent's method worked faster in only 4.5% of problems. In general, the analysis of the calculation results showed that the combined method worked 1.64 times faster than the Brent method.

Conclusions. A combined third-order Newtonian method of convergence proposed for minimizing predominantly slowly computed unimodal functions of one variable. A database of problems developed, including smooth, monotone and partially constant functions, to test the method and compare its effectiveness with other known methods. It is shown that the proposed method, in comparison with other methods, including the fast Brent method, has a higher performance.

1396. Litvin A. A. Tree-based semantic analysis method for natural language phrase to formal query conversion / A. A. Litvin, V. Y. Velychko, V. V. Kaveiynskyi // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 105-113.

Context. This work is devoted to the problem of natural language interface construction for ontological graph databases. The focus here is on the methods for the conversion of natural language phrases into formal queries in SPARQL and CYPHER query languages.

Objective. The goals of the work are the creation of a semantic analysis method for the input natural language phrases semantic type determination and obtaining meaningful entities from them for query template variables initialization, construction of flexible query templates for the types, development of program implementation of the proposed technique.

Method. A tree-based method was developed for semantic determination of a user's phrase type and obtaining a set of terms from it to put them into certain places of the most suitable formal query template. The proposed technique solves the tasks of the phrase type determination (and this is the criterion of the formal query template selection) and obtaining meaningful terms, which are to initialize variables of the chosen template. In the current work only interrogative and incentive user's phrases are considered i.e. ones that clearly propose the system to answer or to do something. It is assumed that the considered dialog or reference system uses a graph ontological database, which directly impacts the formal query patterns - the resulting queries are destined to be in SPARQL or Cypher query languages. The semantic analysis examples considered in this work are aimed primarily at inflective languages, especially, Ukrainian and Russian, but the basic principles could be suitable to most of the other languages.

Results. The developed method of natural language phrase to a formal query in SPARQL and CYPHER conversion has been implemented in software for Ukrainian and Norwegian languages using narrow subjected ontologies and tested against formal performance criteria.

Conclusions. The proposed method allows the dialog system fast and with minimum number of steps to select the most suitable query template and extract informative entities from a natural language phrase given the huge phrase variability in inflective languages. Carried out experiments have shown high precision and reliability of the constructed system and its potential for practical usage and further development.

1397. On the Kolmogorov-Wiener filter for random processes with a power-law structure function based on the Walsh functions / V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko, A. A. Safarov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 39-47.

Context. We investigate the Kolmogorov-Wiener filter weight function for the prediction of a continuous stationary random process with a power-law structure function.

Objective. The aim of the work is to develop an algorithm of obtaining an approximate solution for the weight function without recourse to numerical calculation of integrals.

Method. The weight function under consideration obeys the Wiener-Hopf integral equation. A search for an exact analytical solution for the corresponding integral equation meets difficulties, so an approximate solution for the weight function is sought in the framework of the Galerkin method on the basis of a truncated Walsh function series expansion.

Results. An algorithm of the weight function obtaining is developed. All the integrals are calculated analytically rather than numerically. Moreover, it is shown that the accuracy of the Walsh function approximations is significantly better than the accuracy of polynomial approximations obtained in the authors' previous papers. The Walsh function solutions are applicable in wider range of parameters than the polynomial ones.

Conclusions. An algorithm of obtaining the Kolmogorov-Wiener filter weight function for the prediction of a stationary continuous random process with a power-law structure function is developed. A truncated Walsh function expansion is the basis of the developed algorithm. In opposite to the polynomial solutions investigated in the previous papers, the developed algorithm has the following advantages. First of all, all the integrals are calculated analytically, and any numerical calculation of the integrals is not needed. Secondly, the problem of the product of very small and very large numbers is absent in the framework of the developed algorithm. In our opinion, this is the reason why the accuracy of the Walsh function solutions is better than that of the polynomial solutions for many approximations and why the Walsh function solutions are applicable in a wider range of parameters than the polynomial ones. The results of the paper may be applied, for example, to practical traffic prediction in telecommunication systems with data packet transfer.

1398. Optimization of preventive threshold for condition-based maintenance of radio electronic equipment / O. V. Solomentsev, M. Y. Zaliskyi, O. A. Shcherbyna, M. M. Asanov
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 19-27.

Context. Operation costs throughout the life cycle of radio electronic equipment are very significant, which value far exceeds the initial cost of the equipment. Therefore, the up-to-date scientific and technical problem is to minimize operation costs. One of the ways to solve this problem is the introduction of statistical data processing technologies in the operation systems of radio electronic equipment.

Objective. The goal of the paper is to improve the efficiency of the condition-based maintenance with the determining parameters monitoring, which is widely used in civil aviation.

Method. The solution of this problem is based on finding the functional dependence of the efficiency indicator in the form of specific operation costs on the basic parameters of radio electronic equipment and its operation system. To determine this dependence, the probability-event model is used, as well as methods of probability theory and mathematical statistics, in particular methods of statistical classification of sample sets and functional transformations of random variables. To determine the optimal level of the preventive threshold by the criterion of minimizing operation costs, the method of statistical simulation of Monte-Carlo is used.

Results. Maintenance strategy with the determining parameters monitoring based on additional statistical data processing and technology of the optimal preventive threshold calculation are improved.

Conclusions. The obtained results can be used during the development and modernization of operation systems of radio electronic equipment in terms of application of statistical data processing procedures. A comparative analysis of the two maintenance strategies showed that the use of additional statistical data processing might reduce specific operation costs. The proposed technology for determining the optimal preventive threshold can be extended to use during the operation of complex technical systems, in particular for those whose technical condition is associated with the values of the determining parameters.

1399. Polska O. V. An approach web service selection by quality criteria based on sensitivity analysis of MCDM methods / O. V. Polska, R. K. Kudermetov, V. V. Shkarupilo // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 133-143.

Context. The problem of QoS based Web service from the list of Web services with equal or similar functionality was considered. This task is an essential part of the processes of finding, discover, matching and using Web services on the Internet due to the numerous offerings of Web services with equal or similar functionality. The reasonable selection of a suitable Web service takes into account a lot of user's quality requirements, such as response time, throughput, reliability, cost, etc. Such a task is usually formulated as an MCDM problem, in which the parameters are the Web service quality factors and the importance degree of these factors. The object of this research is a process of selection Web services using MCDM methods, taking into accounts the user's preferences and requirements to the Web service quality characteristics. The subject of the research is the LSP method, which, in addition to the degree of importance of the criteria used in all MCDM methods, simulates the user's reasoning about quality, taking into account, in particular, such characteristics of the criteria as mandatory, sufficiency, desirability, simultaneity and substitutability.

Objective. The objective of the work is to develop an approach for comparing the result of using the LSP method with the results of using other MCDM methods.

Method. A method for calculating the weights of input criteria that are not always explicitly specified in the LSP method was proposed. For this, the conjunctive coefficients of impact are used, which are calculated as a result of the sensitivity analysis of the Web service generalized quality criterion to changes the partial quality criteria. This method underlies the proposed approach to comparing the efficiency of the LSP method with other MCDM methods, which consists of using the obtained weights as the weights of the input criteria for the MCDM methods.

Results. The developed method and approach was verified experimentally. The Web service ranking produced by the LSP method was compared with the ones produced by SAW, AHP, TOPSIS and VIKOR methods. This comparison confirmed the efficiency of the proposed method and approach.

Conclusions. From the obtained results of comparing the LSP method and the MCDM methods considered in this study, it follows that the proposed method and approach provide the equivalent input conditions for these methods as for the LSP method, which is a necessary condition for the correct comparison of MCDM methods. The use of the proposed approach made it possible to study the sensitivities of the considered MCDM methods. In practical applications, this approach can be used to select a suitable MCDM method. The proposed method can be useful for creating professional evaluation systems in which it is necessary to assess the importance (weights) of tens and hundreds of quality criteria.

1400. Riznyk V. V. Formalization coding methods of information under toroidal coordinate systems / V. V. Riznyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 144-153.

Contents. Coding and processing large information content actualizes the problem of formalization of interdependence between information parameters of vector data coding systems on a single mathematical platform.

Objective. The formalization of relationships between information parameters of vector data coding systems in the optimized basis of toroidal coordinate systems with the achievement of a favorable compromise between contradictory goals.

Method. The method involves the establishing harmonious mutual penetration of symmetry and asymmetry as the remarkable property of real space, which allows use decoded information for forming the mathematical principle relating to the optimal placement of structural elements in spatially or temporally distributed systems, using novel designs based on the concept of Ideal Ring Bundles (IRBs). IRBs are cyclic sequences of positive integers which dividing a symmetric sphere about center of the symmetry. The sums of connected sub-sequences of an IRB enumerate the set of partitions of a sphere exactly R times. Two- and multidimensional IRBs, namely the "Glory to Ukraine Stars", are sets of t -dimensional vectors, each of them as well as all modular sums of them enumerate the set node points grid of toroid coordinate system with the corresponding sizes and dimensionality exactly R times. Moreover, we require each indexed vector data "category-attribute" mutually uniquely corresponds to the point with the eponymous set of the coordinate system. Besides, a combination of binary code with vector weight discharges of the database is allowed, and the set of all values of indexed vector data sets are the same that a set of numerical values. The underlying mathematical principle relates to the optimal placement of structural elements in spatially and/or temporally distributed systems, using novel designs based on t -dimensional "star" combinatorial configurations, including the appropriate algebraic theory of cyclic groups, number theory, modular arithmetic, and IRB geometric transformations.

Results. The relationship of vector code information parameters (capacity, code size, dimensionality, number of encoding vectors) with geometric parameters of the coordinate system (dimension, dimensionality, and grid sizes), and vector data characteristic (number of attributes and number of categories, entity-attribute-value size list) have been formalized. The formula system is derived as a functional dependency between the above parameters, which allows achieving a favorable compromise between the contradictory goals (for example, the performance and reliability of the coding method). Theorem with corresponding corollaries about the maximum vector code size of conversion methods for t -dimensional indexed data sets "category-attribute" proved. Theoretically, the existence of an infinitely large number of minimized basis, which give rise to numerous varieties of multidimensional "star" coordinate systems, which can find practical application in modern and future multidimensional information technologies, substantiated.

Conclusions. The formalization provides, essentially, a new conceptual model of information systems for optimal coding and processing of big vector data, using novel design based on the remarkable properties and structural perfection of the "Glory to Ukraine Stars" combinatorial configurations. Moreover, the optimization has been embedded in the underlying combinatorial models. The favorable qualities of the combinatorial structures can be applied to vector data coded design of multidimensional signals, signal compression and reconstruction for communications and radar, and other areas to which the GUS-model can be useful. There are many opportunities to apply them to numerous branches of sciences and advanced systems engineering, including information technologies under the toroidal coordinate systems. A perfection, harmony and beauty exists not only in the abstract models but in the real world also.

1401. Talakh M. V. Information technology of climate monitoring / M. V. Talakh, S. V. Holub, I. B. Turkin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 154-163.

Context. Information monitoring technology is used to reduce information uncertainty about the regularity of air temperature changes during managing work in hard-to-reach places [1]. The task was to create a method for modelling one of the climatic indicators, air temperature, in the given territories in the information monitoring technology structure. Climate models are the main tools for studying the response of the ecological system to external and internal influences. The problem of reducing information uncertainty in making managerial decisions is eliminated by predicting the consequences of using planned control actions using climate modelling methods in information monitoring technology. The information technology of climate monitoring combines satellite observation methods and observations on climate stations, taking into account the spatial and temporal characteristics, to form an array of input data. It was made with the methods for synthesizing models of monitoring information systems [1] and methods of forming multilevel model structures of the monitoring information systems [1] for converting observation results into knowledge, and with the rules for interpreting obtained results for calculating the temperature value in the uncontrolled territories.

Objective of the work is to solve the problem of identifying the functional dependence of the air temperature in a given uncontrolled territory on the results of observations of the climate characteristics by meteorological stations in the information technology of climate monitoring structure.

Method. The methodology for creating information technologies for monitoring has been improved to expand its capabilities to perform new tasks of forecasting temperature using data from thermal imaging satellites and weather stations by using a new method of climate modelling. A systematic approach to the process of climate modelling and the group method of data handling were used for solving problems of functional dependence identification, methods of mathematical statistics for evaluating models.

Results. The deviation of the calculated temperature values with the synthesized monitoring information systems models from the actual values obtained from the results of observations by artificial earth satellites does not, on average, exceed 2.5°N . Temperature traces obtained from satellite images and weather stations at similar points show similar dynamics.

Conclusions. The problem of the functional dependence identification of air temperature in uncontrolled territories on the results of observations at meteorological stations is solved. The obtained results were used in the process of creating a new method of climate modelling within information technology of climate monitoring. Experimental confirmation of the hypothesis about the possibility of using satellite images in regional models of temperature prediction has been obtained. The effectiveness of the application of the methodology for the creation of monitoring information technologies during the implementation of the tasks of reducing uncertainty for management decisions during works in non-controlled territories has been proven.

1402. Tarasov V. N. Delay models based on systems with usual and shifted hyperexponential and hypererlangian input distributions / V. N. Tarasov, N. F. Bakhareva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 2 (57). – P. 56-64.

Context. In the queueing theory, the study of systems with arbitrary laws of the input flow distribution and service time is relevant because it is impossible to obtain solutions for the waiting time in the final form for the general case. Therefore, the study of such systems for particular cases of input distributions is important.

Objective. Getting a solution for the average delay in the queue in a closed form for queueing systems with ordinary and with shifted to the right from the zero point hyperexponential and hypererlangian distributions in stationary mode.

Method. To solve this problem, we used the classical method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation. This method allows to obtaining a solution for the average delay for two systems under consideration in a closed form. The method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation plays an important role in the theory of systems G/G/1. For the practical application of the results obtained, the well-known method of moments of probability theory is used.

Results. For the first time, a spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation for systems with ordinary and with shifted hyperexponential and hypererlangian distributions is obtained, which is used to derive a formula for the average delay in a queue in closed form.

Conclusions. It is proved that the spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation for the systems under consideration coincide; therefore, the formulas for the mean delay will also coincide. It is shown that in systems with a delay, the average delay is less than in conventional systems. The obtained expression for the waiting time expands and complements the well-known incomplete formula of queueing theory for the average delay for systems with arbitrary laws of the input flow distribution and service time. This approach allows us to calculate the average delay for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. In addition to the average waiting time, such an approach makes it possible to determine also moments of higher orders of waiting time. Given the fact that the packet delay variation (jitter) in telecommunications is defined as the spread of the waiting time from its average value, the jitter can be determined through the variance of the waiting time.

№ 3

1403. Векторні моделі логіки і структури для тестування та моделювання цифрових схем / А. В. Хаханова, В. І. Хаханов, С. В. Чумаченко, Є. І. Литвинова, Д. Ю. Рахліс // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – С. 69-85.

Актуальність. Відомо, що структури даних є визначальними для створення ефективних паралельних алгоритмів і високопродуктивних обчислювальних пристроїв. Тому розробка математично досконалих і технологічно простих структур даних займає близько 80 відсотків часу проектування, коли на алгоритми і їх hardware-software кодування витрачається близько 20 відсотків часових і матеріальних ресурсів. Це обумовлює пошук таких примітивів структур даних, які суттєво спростять паралельні високопродуктивні алгоритми, що працюють на них. Пропонуються моделі і методи для тестування та моделювання цифрових систем, що містять окремі переваги квантового комп'ютингу в частині імплементації векторних кубітних структур даних в технології класичних обчислювальних процесів.

Мета. Розробка інноваційної технології кубітно-векторного синтезу і дедуктивного аналізу тестів для їх верифікації на основі векторних структур даних, що істотно спрощують алгоритми, які можуть бути вбудовані як компоненти BIST в цифрові системи на кристалах.

Метод. Використовується дедуктивне моделювання несправностей для отримання аналітичних виразів, орієнтованих на транспортування списків несправностей через функціональний або логічний елемент на основі xor-операції, яка виконує роль вимірника подібності-відмінності між тестом, функцією і несправностями, заданими однаково в одному з форматів ? таблицею, графом, рівнянням. Пропонується двійковий вектор як самий технологічний примітив структур даних для завдання логічної функціональності з метою паралельного синтезу та аналізу цифрових систем. Паралелізм рішення комбінаторних задач є фізична властивість квантового комп'ютингу, що в класичному комп'ютингу, для паралельного моделювання та діагностування несправностей, забезпечується унітарно-кодovаними структурами даних, завдяки надлишковій пам'яті.

Результати. 1) Розроблено метод аналітичного синтезу дедуктивної логіки для функціональних елементів вентильного рівня і рівня регістрових передач. 2) Запропоновано дедуктивний процесор для моделювання несправностей на основі транспортування вхідних списків або векторів несправностей на зовнішні виходи цифрових схем. 3) Описано кубітно-векторну форму завдання логіки та методи кубітного синтезу дедуктивних рівнянь для моделювання несправностей. 4) Розроблено кубітно-векторний метод синтезу тестів, що використовує похідні, які обчислюються за векторним покриттям логіки. 5) Виконано верифікацію моделей і методів на тестових прикладах в програмній реалізації структур і алгоритмів.

Висновки. Наукова новизна полягає в новій парадигмі технології синтезу дедуктивної RTL-логіки на основі метричного рівняння тестування, що формує xor-відносини між тестом, функцією і несправностями. Вводиться векторна форма опису структур, яка дає можливість застосувати відомі технології синтезу та аналізу тестів логічних схем для ефективного вирішення завдань тестування графових структур і автоматних моделей цифрових пристроїв. Практична значимість відбивається в прикладах аналітичного синтезу дедуктивної логіки для функціональних елементів векторного рівня і рівня регістрових передач. Пропонується дедуктивний процесор для моделювання несправностей, який орієнтований на імплементацію як засобу BIST, що використовується в режимі онлайн тестування, моделювання і діагностування несправностей для цифрових систем на кристалах. Пропонується кубітно-векторна форма опису цифрових систем, яка перевіряє існуючі способи завдання обчислювальних пристроїв за метрикою: технологічність, компактність, швидкодія і якість. Розроблено програмний застосунок, який реалізує основні сервіси тестування, моделювання та діагностування, що використовуються в навчальному процесі для вивчення переваг кубітно-векторних структур даних і алгоритмів. Наводяться оцінки обчислювальної складності процесів синтезу тестів і дедуктивних формул для логіки і їх використання при моделюванні несправностей.

1404. Висоцька В. А. Інформаційна технологія просування інтернет-ресурсів в пошукових системах на основі контент-аналізу ключових слів WEB-сторінок / В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – С. 133-151.

Актуальність. Своєчасний та коректний аналіз процесу відвідувань Інтернет-ресурсів, які призвели до успішної конверсії електронного бізнесу, досить важливий та актуальний для успішного управління Web-сайтом. Відповідний коректний аналіз трафіку, який як приносить успішні конверсії, так і не успішні, дасть можливість виявити причинену впливу на показники та критерії конверсії та дозволить виміряти ефективність змін, які здійснюються на сайті для збільшення конверсії трафіку. Для вирішення даних проблем та досягнення відповідних цілей електронної комерції необхідно не лише збирати інформацію щодо діяльності користувачів системи на Web-сайті, а і визначити конкретні показники ефективності Web-сайту, щоб в подальшому впливати на їхні зміни в бік покращення стратегії ведення електронного бізнесу. Таким чином треба розробити та впровадити аналітичний метод супроводу текстового контенту Інтернет-ресурсів електронної комерції на основі аналізу ключових показників ефективності Web-сайту, особливо звернувши увагу на визначення множини релевантних та актуальних ключових слів, за якими роблять переходи з пошукових систем постійні користувачі, дії яких призвели до зростання конверсії електронного бізнесу.

Метою дослідження є розроблення технології просування Інтернет-ресурсів електронної комерції на основі результатів Web-аналітики ключових показників сторінок як KPI та KSI через формування релевантної множини ключових слів як feedback активності постійної аудиторії.

Метод. Розроблено аналітичний метод просування Інтернет-ресурсів на основі аналізу ключових показників ефективності Web-сайту, який основний на трьох основних алгоритмах алгоритмі визначення проблемних місць структури сайту для подальшої оптимізації, алгоритмі оптимізації заходів з маркетингу пошукових систем, алгоритмі просування сайту та розрахунку його ефективності.

Розроблено загальні рекомендації з проектування систем опрацювання інформаційних ресурсів, відмінні від існуючих наявністю додаткових модулів, які суттєво впливають на результати просування Web-сайту в просторі Інтернет для подальшого досягнення успішності конверсії електронної-комерції або збільшення значень цих показників. Серед них модуль Інтернет-магазину, маркетингу, модуль-копірайтер та Web-майстера. Для кожного з них розраховують власний KPI. Це дасть змогу ефективно просто реалізовувати опрацювання інформаційних ресурсів на рівні розробника систем (зменшення ресурсів та часу на розроблення, покращення якості роботи систем опрацювання інформаційних ресурсів).

Результати. В роботі розроблено та детально описано на основі результатів процесу Web-аналітики параметри та критерії оцінювання рівня успішності ведення електронного бізнесу. Також розроблено програмні засоби супроводу текстового контенту Інтернет-ресурсів на основі аналізу ключових показників ефективності Web-сайту. Для детального аналізу функціонування та просування Інтернет-систем електронної комерції типу Інтернет-газета та Інтернет-журнал розроблено та впроваджено 12 різних систем відповідно з підтриманням для кожної з них різною кількістю етапів життєвого циклу контенту. Проведено комп'ютерний експеримент аналізу ключових показників ефективності Web-сайту. Сервіс ведення статистики відвідувань Web ресурсу дозволяє оцінити збільшення обсягів продажу текстового контенту від прямо пропорційної залежності збільшення кількості відвідувань Web ресурсу, кількості постійних користувачів, перспективності маркетингових заходів.

Висновки. Виявлено, що наявність відповідних модулів в системах опрацювання інформаційних ресурсів сприяє збільшенню обсягів реалізації текстового контенту постійному користувачу на 9 %, активного залучення унікальних відвідувачів, потенційних користувачів та розширення меж цільової та регіональної аудиторії на 11 %, переглянутих сторінок на 12 %, часу відвідування інформаційних ресурсів на 7 %.

1405. Коляденко Ю. Ю. Аналіз показників електромагнітної сумісності мереж зв'язку 5 G / Ю. Ю. Коляденко, М. О. Чурсанов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 3 (58). – С. 7-16.

Актуальність. Технологія нового покоління 5G / IMT-2020, як і будь-яка нова технологія, привносить свої специфічні особливості в усі аспекти, що стосуються практики її впровадження. Одним з таких особливо важливих аспектів є електромагнітна сумісність. На етапі підготовки до впровадження радіомереж технології 5G, необхідно завчасно потурбуватися про вжиття заходів щодо ефективної оцінки умов ЕМС для цих мереж на основі ретельного аналізу особливостей технології 5G, а також правильно і точно оцінивши ці умови - успішно забезпечити електромагнітну сумісність радіозасобів нових мереж.

Мета. Метою даної роботи є проведення аналізу електромагнітної сумісності мереж зв'язку 5G.

Метод. Аналіз головних особливостей радіоінтерфейсу 5G дозволяє вказати на очікувані особливості процедур оцінки умов ЕМС для цих мереж. Ці особливості головним чином стосуються урахування сумарної завади від мережі при її особливій архітектурі і динаміці змін, вибору нових моделей втрат (моделей каналу) при просторово-розподіленому випромінюванні багатовимірних антен МІМО і різноманітному середовищі поширення сигналу, а також урахування спектральних властивостей нових форм сигналу і характеру випромінювання при нових неортогональних методах радіодоступу. Для аналізу ЕМС використана модель ослаблення сигналів в радіоканалах міліметрового діапазону, що враховує ослаблення радіохвиль у вільному просторі; втрати енергії радіохвиль при поширенні через дощі; ослаблення сигналу міліметрового діапазону при поширенні через листя дерев; ослаблення сигналів при проходженні через щільні перешкоди (будівлі, споруди, тощо).

Результати. Проведено аналіз ослаблення сигналу міліметрового діапазону у вільному просторі від інтенсивності опадів при різних значеннях оптичної видимості. Проведено аналіз ослаблення сигналу міліметрового діапазону при поширенні сигналу через перешкоди у вигляді стін від відстані при різних значеннях товщини стіни. Проведено аналіз ослаблення сигналу міліметрового діапазону від глибини шару листя, що перекриває поширення сигналу при різних значеннях частоти несійної. Проведено аналіз значення потужності сигналу міліметрового діапазону на вході приймача від інтенсивності опадів при різних значеннях оптичної видимості. Проведено аналіз значення потужності сигналу міліметрового діапазону на вході приймача при поширенні сигналу через перешкоди у вигляді стін від відстані при різних значеннях товщини стіни. Проведено аналіз значення потужності сигналу міліметрового діапазону на вході приймача від глибини шару листя, що перекриває поширення сигналу при різних значеннях частоти несійної.

Висновки. Проведені дослідження показників ЕМС дозволяють дати рекомендації щодо застосування технології 5G в конкретних практичних ситуаціях.

1406. Косолап А. І. Оптимізація розкладу навчання в університеті / А. І. Косолап, Т. М. Дубовик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 3 (58). – С. 175-183.

Актуальність. В роботі розглядається відома задача складання розкладу навчань в університеті. Такі задачі розв'язуються декілька разів на рік в кожному навчальному закладі. Не дивлячись на багаточисленні дослідження в даній галузі, проблема побудови оптимального розкладу залишається відкритою. Це пов'язано зі складністю відповідної оптимізаційної задачі, зокрема її значною розмірністю, що затрудняє чисельне розв'язування такої задачі існуючими методами оптимізації. Вдосконалення потребують також оптимізаційні моделі складання розкладів. Таким чином, оптимізація розкладу є складною обчислювальною проблемою і потребує розробки нових методів її розв'язування.

Мета роботи. Вдосконалення оптимізаційних моделей складання розкладів навчання в університеті та використання нових ефективних методів для їх розв'язування.

Метод. Ми використовуємо метод точної квадратичної регуляризації для розв'язування оптимізаційних задач складання університетського розкладу навчання. Точна квадратична регуляризація дозволяє перетворити складні оптимізаційні моделі з булевими змінними до задачі максимуму норми вектору на опуклій множині. Для розв'язування цієї задачі ми використовуємо ефективний прямо-двоїстий метод внутрішньої точки та метод дихотомії. Цей метод показав значно кращі результати при розв'язуванні багатьох складних мультимодальних задач. Це підтверджується багатьма порівняльними обчислювальними експериментами. Ще більшу ефективність метод точної квадратичної регуляризації демонструє при розв'язуванні задач складання розкладу навчання. Цей метод оптимізації використовується вперше для даного класу задач, тому він потребував розробки відповідного алгоритмічного забезпечення.

Результати. Побудована нова більш проста оптимізаційна модель складання розкладу, яка легко реалізується програмно в пакеті Excel при наявності надбудов OpenSolver, RiskSolver та інших. Приведений невеликий приклад побудови розкладу та описана пошагова інструкція отримання оптимального розв'язку.

Висновки. Розроблена нова ефективна технологія складання розкладу навчань в університеті, яка виділяється простотою реалізації і не потребує розробки спеціального програмного забезпечення. Ефективність забезпечується використанням нового методу точної квадратичної регуляризації.

1407. Маковесенко Д. О. Використання адаптивних антенних решіток для збільшення пропускної здатності мережі LTE-A / Д. О. Маковесенко, С. В. Сідень, В. В. Пилявський // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – С. 17-25.

Актуальність. Зроблено пропозиції щодо можливості використання адаптивних антенних решіток для збільшення пропускної здатності у мережах мобільного зв'язку LTE-A та проаналізовано вигоди від її використання у порівнянні зі стандартним типом антени базових станцій.

Мета. Метою статті є аналіз пропускної здатності мережі мобільного зв'язку LTE-A на висхідній лінії при використанні адаптивної лінійної еквідистантної антенної решітки.

Метод. Для досягнення результату була розроблена комп'ютерна модель аналізу заводової обстановки мережі мобільного зв'язку у вигляді плоскої регулярної гексагональної антенної решітки, яка складається з 7 трьох секторних чарунок. Для оцінки вигоди від використання адаптивних антенних решіток було проаналізовано два варіанти: при використанні стандартної антенної решітки мережі LTE-A, та адаптивної лінійної еквідистантної антенної решітки. При проведенні моделювання було виконано 100 випадкових розміщень абонентів корисного та заводових сигналів та розраховано мінімальний, максимальний та середній вигоди від використання адаптивних антенних решіток. У середньому значення коефіцієнта підсилення для адаптивної антенної решітки в напрямку абонентської станції, що створює корисний сигнал більше на 5,69 дБ порівняно з стандартною антенною решіткою мережі LTE-A. У той же час є суттєве зменшення коефіцієнта підсилення адаптивної антени у напрямку заводових абонентських станцій, а саме, для тих, що мають найбільший рівень завади, вигоди становить 32,84 дБ та 28,33 дБ відповідно. Для наочного показу вигоди у якісних характеристиках мережі було проведено аналіз пропускної здатності для різних типів антен. Представлено розподіл пропускної здатності (розмір транспортного блоку) для 50 ресурсних блоків при використанні адаптивної еквідистантної лінійної антенної решітки порівняно з стандартною антенною решіткою.

Результати. Показано, що завдяки використанню адаптивних антенних систем, середня пропускна здатність збільшується з 11 Мбіт/с до 35 Мбіт/с для усіх типів каналів поширення, що розглядалися.

Висновки. У статті запропоновано використання адаптивних антенних решіток для збільшення пропускної здатності мережі LTE-A. Моделювання пропускної здатності для 50 ресурсних блоків показало, що в умовах наявності внутрішньосистемних завад при використанні стандартних антен базових станцій середня пропускна здатність становить від 11,2 Мбіт/с до 12,3 Мбіт/с. У той же час завдяки використанню адаптивних антенних систем середня пропускна здатність збільшується з 11 Мбіт/с до 35 Мбіт/с для усіх типів каналів багатопроменового поширення, що розглядалися.

1408. Метод структурного доналаштування нейромережевих моделей для забезпечення інтерпретабельності / С. Д. Леоценко, А. О. Олійник, С. О. Субботін, Є. О. Гофман, О. В. Корнієнко // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – С. 86-96.

Актуальність. Розглянуто задачу структурного доналаштування попередньо синтезованих моделей на базі штучних нейронних мереж для забезпечення властивості інтерпретабельності при роботі із великими об'ємами даних. Об'єктом дослідження є процес структурного доналаштування штучних нейронних мереж з використанням адаптивних механізмів.

Мета роботи полягає у розробці методу структурного доналаштування нейронних мереж для підвищення швидкості їх роботи та зменшенні ресурсоемності при обробці великих даних.

Метод. Запропоновано метод структурного доналаштування нейронних мереж на основі адаптивних механізмів запозичених із нейроеволюційних методів синтезу. На початку метод використовує систему індикаторів для оцінки існуючої структури штучної нейронної мережі. Оцінка ґрунтується на структурних особливостях нейромоделі. Потім отримані індикаторні оцінки порівнюються із критеріальними значеннями для вибору типу структурного доналаштування. У якості варіантів структурного доналаштування використовується варіанти мутаційних змін із групи методів нейроеволюційної модифікації топології і ваг нейромережі. Метод дозволяє знизити ресурсоемність під час роботи нейромоделі, за рахунок пришвидшення обробки великих даних, що розширює поле практичного застосування штучних нейронних мереж.

Результати. Розроблений метод реалізовано та досліджено на прикладі використання рекурентної штучної мережі типу Довга короткочасна пам'ять при вирішенні задачі класифікації. Використання розробленого методу дозволило збільшити швидкість роботи нейромоделі з тестовою вибіркою на 25,05%, в залежності від використовуваних обчислювальних ресурсів.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого математичного забезпечення і дозволяють рекомендувати його для використання на практиці при структурному доналаштуванні попередньо синтезованих нейромоделей для подальшого вирішення задач діагностування, прогнозування, оцінювання та розпізнавання образів з використанням великих даних. Перспективи подальших досліджень можуть полягати в більш тонкому налаштуванні системи індикаторів для визначення зв'язків, що кодують зачумлені дані з метою додаткового підвищення точності роботи моделей на основі нейронних мереж.

1409. A model and training method for context classification in CCTV sewer inspection video frames / V. V. Moskalenko, M. O. Zaretsky, A. S. Moskalenko, A. O. Panych, V. V. Lysyuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – С. 97-108.

Context. A model and training method for observational context classification in CCTV sewer inspection video frames was developed and researched. The object of research is the process of detection of temporal-spatial context during CCTV sewer inspections. The subjects of the research are machine learning model and training method for classification analysis of CCTV video sequences under the limited and imbalanced training dataset constraint.

Objective. Stated research goal is to develop an efficient context classifier model and training algorithm for CCTV sewer inspection video frames under the constraint of the limited and imbalanced labeled training set.

Methods. The four-stage training algorithm of the classifier is proposed. The first stage involves training with soft triplet loss and regularisation component which penalises the network's binary output code rounding error. The next stage is needed to determine the binary code for each class according to the principles of error-correcting output codes with accounting for intra- and interclass relationship. The resulting reference vector for each class is then used as a sample label for the future training with Joint Binary Cross Entropy Loss. The last machine learning stage is related to decision rule parameter optimization according to the information criteria to determine the boundaries of deviation of binary representation of observations for each class from the corresponding reference vector. A 2D convolutional frame feature extractor combined with the temporal network for inter-frame dependency analysis is considered. Variants with 1D Dilated Regular Convolutional Network, 1D Dilated Causal Convolutional Network, LSTM Network, GRU Network are considered. Model efficiency comparison is made on the basis of micro averaged F1 score calculated on the test dataset.

Results. Results obtained on the dataset provided by Ace Pipe Cleaning, Inc confirm the suitability of the model and method for practical use, the resulting accuracy equals 92%. Comparison of the training outcome with the proposed method against the conventional methods indicated a 4% advantage in micro averaged F1 score. Further analysis of the confusion matrix had shown that the most significant increase in accuracy in comparison with the conventional methods is achieved for complex classes which combine both camera orientation and the sewer pipe construction features.

Conclusions. The scientific novelty of the work lies in the new models and methods of classification analysis of the temporal-spatial context when automating CCTV sewer inspections under imbalanced and limited training dataset conditions. Training results obtained with the proposed method were compared with the results obtained with the conventional method. The proposed method showed 4% advantage in micro averaged F1 score.

It had been empirically proven that the use of the regular convolutional temporal network architecture is the most efficient in utilizing inter-frame dependencies. Resulting accuracy is suitable for practical use, as the additional error correction can be made by using the odometer data.

1410. Automatic determination of the navigators motivation model when operating water transport / P. S. Nosov, S. I. Popovych, S. M. Zinchenko, V. M. Kobets, A. F. Safonova, E. S. Appazov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 152-165.

Context. The article proposes an approach for automated identification of the navigator's motivational model in the control of water transport. Algorithms for data extraction as a result of the man-machine interaction of navigator with the electronic control systems of the vessel during performing navigation operations of increased complexity are proposed.

Objective. The purpose of research is to apply formal and algorithmic approaches to extracting data on the motivational model of navigator to prevent accidents in water transport.

Method. The identification of manifestation determination of navigators' mental activity by means of the visual concept of the geometric group theory is proposed. This approach delivered the visual systematic-logical combining of diagnostic methods aimed at determining navigators' motivational centers and the processes of professional activity like maneuver performing. The key indicator of identification is said to be the parameter of the navigator's activity as "rpm_port" having an impact on the vessel speed being a marker of intensification of the navigator's physiological activity. Such an approach is beneficial in time phase identification while maneuvering indicating explicitly at the stepping up of the navigator's physiological motivational state. It was proven to be correct based on the results due to Ward's dendrogram, several statistical methods and applied software. The obtained research results encourage the prediction of the navigator' motivational states in critical situations.

Results. In order to confirm the proposed formal-algorithmic approach, an experiment was carried out using the navigation simulator Navi Trainer 5000. Automated analysis of experimental ones made it possible to form a motivational map of the navigator and determine the decision-making model affecting in the processes of control vessel in difficult situations.

Conclusions. The proposed research approaches made it possible to automate the processes of extracting data indicating the principles of decision-making by navigator. The effectiveness of proposed approach was substantiated by the results of experimental data automated processing and the constructed tree-like decision-making spaces.

1411. Frolov O. V. Modeling of asymptotically optimal piecewise linear interpolation of plane parametric curves / O. V. Frolov, M. U. Losev // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 57-68.

Context. Piecewise linear approximation of curves has a large number of applications in computer algorithms, as the reconstruction of objects of complex shapes on monitors, CNC machines and 3D printers. In many cases, it is required to have the smallest number of segments for a given accuracy.

Objective. The objective of this paper is to improve the method of asymptotically optimal piecewise linear interpolation of plane parametric curves. This improvement is based to research influence of the method parameters and algorithms to distributions of approximation errors.

Method. An asymptotically optimal method of curves interpolation is satisfied to the condition of minimum number of approximation units. Algorithms for obtaining the values of the sequence of approximation nodes are suggested. This algorithm is based on numerical integration of the node's regulator function with linear and spline interpolation of its values. The method of estimating the results of the curve approximation based on statistical processing of line segments sequence of relative errors is substantiated. Modeling of real curves approximation is carried out and influence of the sampling degree of integral function - the nodes regulator on distribution parameters of errors is studied. The influence is depending on a method of integral function interpolation.

Results. Research allows to define necessary the number of discretization nodes of the integral function in practical applications. There have been established that with enough sampling points the variance of the error's distribution stabilizes and further increasing this number does not significantly increase the accuracy of the curve approximation. In the case of spline interpolation of the integral function, the values of the distribution parameters stabilized much faster, which allows to reduce the number of initial sampling nodes by 5-6 times having similar accuracy.

Conclusions. Modelling of convex planar parametric curves reconstruction by an asymptotically optimal linear interpolation algorithm showed acceptable results without exceeding the maximum errors limit in cases of a sufficient discretization of the integral function. The prospect of further research is to reduce the computational complexity when calculating the values of the integral distribution function by numerical methods, and to use discrete analogues of derivatives in the expression of this function.

1412. Gybkina N. V. Two-sided approximations method based on the Green's functions use for construction of a positive solution of the Dirichle problem for a semilinear elliptic equation / N. V. Gybkina, S. M. Lamtyugova, M. V. Sidorov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 26-41.

Context. The question of constructing a method of two-sided approximations for finding a positive solution of the Dirichlet problem for a semilinear elliptic equation based on the use of the Green's functions method is considered. The object of research is the first boundary value problem (the Dirichlet problem) for a second-order semilinear elliptic equation.

Objective. The purpose of the research is to develop a method of two-sided approximations for solving the Dirichlet problem for second-order semilinear elliptic equations based on the use of the Green's functions method and to study its work in solving test problems.

Method. Using the Green's functions method, the initial first boundary value problem for a semilinear elliptic equation is replaced by the equivalent Hammerstein integral equation. The integral equation is represented in the form of a nonlinear operator equation with a heterotone operator and is considered in the space of continuous functions, which is semi-ordered using the cone of nonnegative functions. As a solution (generalized) of the boundary value problem, it was taken the solution of the equivalent integral equation. For a heterotone operator, a strongly invariant cone segment is found, the ends of which are the initial approximations for two iteration sequences. The first of these iterative sequences is monotonically increasing and approximates the desired solution to the boundary value problem from below, and the second is monotonically decreasing and approximates it from above. Conditions for the existence of a unique positive solution of the considered Dirichlet problem and two-sided convergence of successive approximations to it are given. General guidelines for constructing a strongly invariant cone segment are also given. The method developed has a simple computational implementation and a posteriori error estimate that is convenient for use in practice.

Results. The method developed was programmed and studied when solving test problems. The results of the computational experiment are illustrated with graphical and tabular information's.

Conclusions. The experiments carried out have confirmed the efficiency and effectiveness of the developed method and make it possible to recommend it for practical use in solving problems of mathematical modeling of nonlinear processes. Prospects for further research may consist the development of two-sided methods for solving problems for systems of partial differential equations, partial differential equations of higher orders and nonstationary multidimensional problems, using semi-discrete methods (for example, the Rothe's method of lines).

1413. Multi-agent latent semantic internet technology for the formation of a subject-oriented knowledge model / A. A. Stenin, V. P. Pasko, M. A. Soldatova, I. G. Drozdovich
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 166-174.

Context. The article proposes a latent-semantic technology for extracting information from Internet resources, which allows processing information in natural language, as well as a multi-agent search algorithm based on it. The relevance of this approach to the search for subject-oriented information determined by the fact that currently a direct lexical comparison of queries with document indexes does not fully satisfy the developer. The object of the study is a multi-agent latent-semantic algorithm for searching for subject-oriented information.

Objective. The work is to increase the efficiency of forming a knowledge model that is adequate for this subject area.

Method. A latent semantic technology based on the weighted descriptor method developed by the authors is proposed. The main difference from the existing methods is that the analysis of words occurring in the text both in frequency and taking into account semantics carried out by selecting the appropriate descriptors, which improves the quality of the information found.

Results. The developed latent-semantic technology of information search tested in the task of constructing a knowledge model of automated decision support systems for operational and dispatching control of urban engineering networks. The conducted modeling of the search for subject-oriented information in this subject area showed the effectiveness of the developed approach.

Conclusions. Improving the efficiency of search and semantic content of subject-oriented information of the knowledge model of this subject area achieved by using the weighted descriptor method based on Zipf's laws in this technology. The prospects for further research are to build evolutionary models of knowledge and improve the quality of updated information.

1414. Problem of a discrete data array approximation by a set of elementary geometric algorithms / I. F. Povkhan, O. V. Mitsa, O. K. Mulesa, O. O. Melnyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 109-123.

Context. In this paper, a problem of a discrete data array approximation by a set of elementary geometric algorithms and a recognition model representation in a form of algorithmic classification tree has been solved. The object of the present study is a concept of a classification tree in a form of an algorithm trees. The subject of this study are the relevant models, methods, algorithms and schemes of different classification tree construction.

Objective. The goal of this work is to create a simple and efficient method and algorithmic scheme of building the tree-like recognition and classification models on the basis of the algorithm trees for training selections of large-volume discrete information characterized by a modular structure of independent recognition algorithms assessed in accordance with the initial training selection data for a wide class of applied tasks.

Method. A scheme of classification tree (algorithm tree) synthesis has been suggested being based on the data array approximation by a set of elementary geometric algorithms that constructs a tree-like structure (the ACT model) for a preset initial training selection of arbitrary size. The latter consists of a set of autonomous classification/recognition algorithms assessed at each step of the ACT construction according to the initial selection. A method of the algorithmic classification tree construction has been developed with the basic idea of step-by-step arbitrary-volume and structure initial selection approximation by a set of elementary geometric classification algorithms. When forming a current algorithm tree vertex, node and generalized attribute, this method provides alignment of the most effective and high-quality elementary classification algorithms from the initial set and complete construction of only those paths in the ACT structure, where the most of classification errors occur. The scheme of synthesizing the resulting classification tree and the ACT model developed allows one to reduce considerably the tree size and complexity. The ACT construction structural complexity is being assessed on the basis of a number of transitions, vertices and tiers of the ACT structure that allows the quality of its further analysis to be increased, the efficient decomposition mechanism to be provided and the ACT structure to be built in conditions of fixed limitation sets. The algorithm tree synthesis method allows one to construct different-type tree-like recognition models with various sets of elementary classifiers at the preset accuracy for a wide class of artificial intelligence theory problems.

Results. The method of discrete training selection approximation by a set of elementary geometric algorithms developed and presented in this work has received program realization and was studied and compared with those of logical tree classification on the basis of elementary attribute selection for solving the real geological data recognition problem.

Conclusions. Both general analysis and experiments carried out in this work confirmed capability of developed mechanism of constructing the algorithm tree structures and demonstrate possibility of its promising use for solving a wide spectrum of applied recognition and classification problems. The outlooks of the further studies and approbations might be related to creating the other-type algorithmic classification tree methods with other initial sets of elementary classifiers, optimizing its program realizations, as well experimental studying this method for a wider circle of applied problems.

1415. Prots'ko I. The runtime analysis of computation of modular exponentiation / I. Prots'ko, N. Kryvinska, O. Gryshchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 42-47.

Context. Providing the problem of fast calculation of the modular exponentiation requires the development of effective algorithmic methods using the latest information technologies. Fast computations of the modular exponentiation are extremely necessary for efficient computations in theoretical-numerical transforms, for provide high crypto capability of information data and in many other applications.

Objective - the runtime analysis of software functions for computation of modular exponentiation of the developed programs based on parallel organization of computation with using multithreading.

Method. Modular exponentiation is implemented using a $2k$ -ary sliding window algorithm, where k is chosen according to the size of the exponent. Parallelization of computation consists in using the calculation of the remainders of numbers raised to the power of $2i$ modulo, and their further parallel multiplications modulo.

Results. Comparison of the runtimes of three variants of functions for computing the modular exponentiation is performed. In the algorithm of parallel organization of computation with using multithreading provide faster computation of modular exponentiation for exponent values larger than $1K$ binary digits compared to the function of modular exponentiation of the MPIR library. The MPIR library with an integer data type with the number of binary digits from 256 to 2048 bits is used to develop an algorithm for computing the modular exponentiation with using multithreading.

Conclusions. In the work has been considered and analysed the developed software implementation of the computation of modular exponentiation on universal computer systems. One of the ways to implement the speedup of computing modular exponentiation is developing algorithms that can use multithreading technology on multi-cores microprocessors. The multithreading software implementation of modular exponentiation with increasing from 1024 the number of binary digit of exponent shows an improvement of computation time with comparison with the function of modular exponentiation of the MPIR library.

1416. Sukhostat L. V. An intelligent model based on deep transfer learning for detecting anomalies in cyber-physical systems / V. L. Sukhostat // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 3 (58). – P. 124-132.

Context. The problem of detecting anomalies from signals of cyber-physical systems based on spectrogram and scalogram images is considered. The object of the research is complex industrial equipment with heterogeneous sensory systems of different nature.

Objective. The goal of the work is the development of a method for signal anomalies detection based on transfer learning with the extreme gradient boosting algorithm.

Method. An approach based on transfer learning and the extreme gradient boosting algorithm, developed for detecting anomalies in acoustic signals of cyber-physical systems, is proposed. Little research has been done in this area, and therefore various pre-trained deep neural model architectures have been studied to improve anomaly detection. Transfer learning uses weights from a deep neural model, pre-trained on a large dataset, and can be applied to a small dataset to provide convergence without overfitting. The classic approach to this problem usually involves signal processing techniques that extract valuable information from sensor data. This paper performs an anomaly detection task using a deep learning architecture to work with acoustic signals that are preprocessed to produce a spectrogram and scalogram. The SPOCU activation function was considered to improve the accuracy of the proposed approach. The extreme gradient boosting algorithm was used because it has high performance and requires little computational resources during the training phase. This algorithm can significantly improve the detection of anomalies in industrial equipment signals.

Results. The developed approach is implemented in software and evaluated for the anomaly detection task in acoustic signals of cyber-physical systems on the MIMII dataset.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the efficiency of the proposed approach and allow recommending it for practical use in diagnosing the state of industrial equipment. Prospects for further research may lie in the application of ensemble approaches based on transfer learning to various real datasets to improve the performance and fault-tolerance of cyber-physical systems.

1417. Tarasov V. N. Comparison of two forms of Erlangian distribution law in queuing theory / V. N. Tarasov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 3 (58). – P. 48-56.

Context. For modeling various data transmission systems, queuing systems $G/G/1$ are in demand, this is especially important because there is no final solution for them in the general case. The problem of the derivation in closed form of the solution for the average waiting time in the queue for ordinary system with erlangian input distributions of the second order and for the same system with shifted to the right distributions is considered.

Objective. Obtaining a solution for the main system characteristic - the average waiting time for queue requirements for three types of queuing systems of type $G/G/1$ with usual and shifted erlangian input distributions.

Method. To solve this problem, we used the classical method of spectral decomposition of the solution of Lindley integral equation, which allows one to obtain a solution for average the waiting time for systems under consideration in a closed form. For the practical application of the results obtained, the well-known method of moments of the theory of probability was used.

Results. For the first time, spectral expansions of the solution of the Lindley integral equation for systems with ordinary and shifted Erlang distributions are obtained, with the help of which the calculation formulas for the average waiting time in the queue for the above systems in closed form are derived.

Conclusions. The difference between the usual and normalized distribution is that the normalized distribution has a mathematical expectation independent of the order of the distribution k , therefore, the normalized and normal Erlang distributions differ in numerical characteristics. The introduction of the time shift parameter in the laws of input flow distribution and service time for the systems under consideration turns them into systems with a delay with a shorter waiting time. This is because the time shift operation reduces the coefficient of variation in the intervals between the receipts of the requirements and their service time, and as is known from queuing theory, the average wait time of requirements is related to these coefficients of variation by a quadratic dependence. The system with usual erlangian input distributions of the second order is applicable only at a certain point value of the coefficients of variation of the intervals between the receipts of the requirements and their service time. The same system with shifted distributions allows us to operate with interval values of coefficients of variations, which expands the scope of these systems. This approach allows us to calculate the average delay for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters.

№ 4

1418. Оценка методов FEM и FDTD при моделировании электромагнитных характеристик устройств преобразования поляризации с диафрагмами / С. И. Пильпай, А. В. Булашенко, А. В. Быковский, А. В. Булашенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 4 (59). – С. 34-48.

Актуальность. На сегодняшний день происходит стремительное расширение круга современных отраслей науки и техники, которые активно используют спутниковые телекоммуникационные системы для приема, обработки и передачи различной информации. Такие радиоэлектронные системы достаточно часто требуют увеличения объемов информации, которые они обрабатывают и передают. Удвоения объемов передаваемой информации можно достичь, используя двухполяризационные антенные системы и устройства. В наше время большинство специалистов, которые занимаются разработкой разных современных поляризационных устройств СВЧ, выполняют их численное моделирование и оптимизацию с помощью вариационных методов расчета, методов интегральных уравнений, метода согласования полей частичных областей. Наиболее активно применяются методы с разбиением внутренней области устройств на элементарные ячейки. Среди них во временной области наиболее часто используют метод конечных разностей с разбиением на гексагональную сетку, а в частотной области применяют метод конечных элементов с адаптивной тетраэдрической сеткой. Таким образом, актуальной задачей является оценка скорости и точности этих методов с целью определения более эффективного из них.

Цель. Целью исследования является сравнение скорости и точности расчетов электромагнитных характеристик волноводных поляризаторов численными методами FEM и FDTD, а также сравнение сходимости этих методов при анализе поляризационных устройств СВЧ с диафрагмами.

Метод. Для расчетов и анализа электромагнитных характеристик в статье использовано метод конечных разностей во временной области FDTD и метод конечных элементов в частотной области FEM. В FEM осуществляется разбиение на тетраэдрические ячейки сетки. В FDTD область расчета разбивается на гексагональные ячейки сетки.

Результаты. Установлено, что сходимость коэффициента стоячей волны по напряжению для волноводного поляризатора является быстрой для обоих методов. Получено, что сходимости характеристик дифференциального фазового сдвига, коэффициента эллиптичности и кроссполяризационной развязки разработанного микроволнового устройства оказались значительно более чувствительными к используемому количеству ячеек сетки. Более того, в исследовании расчетным путем получено, что время вычислений методом конечных элементов в частотной области более чем в 2 раза меньше, чем соответственное время, необходимое для расчета время вычислений методом конечных разностей во временной области. При использовании метода конечных элементов в частотной области соответствующее количество ячеек тетраэдрической сетки в 10 раз меньше, чем количество ячеек гексагональной сетки в методе конечных разностей во временной области.

Выводы. Проведенные исследования показали, что метод FEM в частотной области, в котором применяется адаптивная тетраэдрическая сетка, более эффективен, чем метод FDTD для расчета фазовых и поляризационных характеристик современных волноводных поляризаторов для различных применений.

1419. Пиза Д. М. Усовершенствованный метод грама-Шмидта для обработки радиолокационных сигналов / Д. М. Пиза, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 4 (59). – С. 26-33.

Актуальность. При защите радиолокационных станций от активных шумовых помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, используют пространственную фильтрацию сигналов, которая реализуется путем использования антенн, разнесенных в пространстве. В этом случае различие направлений приема полезного сигнала и помехи позволяет сформировать оптимальное значение весовых коэффициентов адаптивных пространственных фильтров для подавления помехи. Однако, если источник помехи смещается в область главного луча, то пространственные различия между полезным сигналом и помехой уменьшаются. Это приводит к существенному искажению диаграммы направленности основной антенны. В результате этого ухудшается точность измерения угловых координат, а также чувствительность приемного устройства РЛС. В статье предложен структурно-параметрический метод адаптации пространственного фильтра, обеспечивающий эффективную работу РЛС при воздействии АШП как с направления боковых лепестков, так и с направления главного луча.

Цель. Повышение эффективности работы РЛС при смещении источника АШП с направления боковых лепестков ДНА на направление главного луча.

Метод. Предложенный метод позволяет за счет структурной адаптации многоканального пространственного фильтра исключить искажение главного луча диаграммы направленности антенны РЛС и обеспечить ее работу в условиях возможного воздействия помехи по главному лучу. Структурная адаптация пространственного фильтра реализуется путем текущего анализа весовых коэффициентов блоков компенсации.

Результаты. Усовершенствовано структурную схему многоканального пространственного фильтра по методу Грама-Шмидта со структурно-параметрической адаптацией, а также структурную схему блока компенсации. В результате проведенного моделирования подтверждена возможность исключения искажений диаграммы направленности основной антенны РЛС в условиях возможного воздействия АШП по главному лучу диаграммы направленности РЛС.

Выводы. Научная новизна работы состоит в усовершенствовании алгоритма обработки сигналов при пространственной фильтрации как при воздействии АШП с направления боковых лепестков, так и при смещении источника помехи на направление главного луча диаграммы направленности антенны РЛС. Практическая новизна работы состоит в разработке структурной схемы и математической модели усовершенствованного пространственного фильтра со структурно-параметрической адаптацией.

1420. Технологія візуальної симуляції пасажиропотоків у сфері громадського транспорту Smart City / В. В. Литвин, М. І. Бублик, В. А. Висоцька, Ю. Р. Мацелюх // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – С. 106-121.

Актуальність. На сьогоднішній день проблема візуальної симуляції пасажиропотоків у сфері громадського транспорту є важливою при створенні інформаційних систем для розвитку сучасних Smart City. В умовах Industry 4.0 важливим є створення технологій, засобів та інструментів для впровадження єдиної саморегульованої інтелектуальної системи обміну даними при наданні відповідних послуг перевезення пасажирів у сфері громадського транспорту. Наприклад, наочно відображати проблемні ділянки на маршрутах в Smart City, формувати множити та ідентифікувати основні зупинки в часових зрізах з найбільшим пасажирообміном, формувати пропозиції щодо потреби модернізації маршрутів з врахуванням збільшенням завантаженості громадського транспорту на певних ділянках Smart City та отримувати результати прогнозування пасажиропотоків при внесенні відповідних змін на основі методів машинного навчання.

Метою дослідження є розроблення технології візуальної симуляції пасажиропотоків у сфері громадського транспорту для підвищення якості надання послуг пасажирських перевезень в Smart City.

Метод. Удосконалено імітаційну модель для обчислення пасажиропотоку при зміні кількості рухомого складу на маршруті, де на відміну від відомих, додано прогнозування на основі розробленої нейронної мережі. Удосконалено механізм візуальної симуляції пасажиропотоків з використанням карт GoogleMaps та динамічне переміщення по них з контролем швидкості відображення симуляції. Запропоновано нейронну мережу з повнозв'язними шарами з використанням оптимізаційного алгоритму з адаптивним рівнем навчання Адам для прогнозування пасажиропотоку між зупинками за визначений період доби. Визначені критерії деталізації даних про пасажиропотоки на міських маршрутах, включаючи загальні показники відношення пасажирообміну на певній зупинці до поточного періоду доби.

При проектуванні

інтелектуальної системи зазнав подальшого розвитку підхід зміни місткості рухомого складу громадського транспорту у Smart City, де на відміну від відомих, зміна місткості обмежена наявними транспортними засобами. Зазнав подальшого розвитку метод розрахунку комплексу показників пасажиропотоків на зупинках та перегонах з врахуванням додаткових локальних графіків та специфіки роботи транспорту на окремих індивідуальних маршрутах.

Результати. Розроблено інтелектуальну систему візуального моделювання пасажирських перевезень на основі нейронної мережі та машинного навчання, яка дозволяє оптимізувати роботу пасажирських перевезень громадським транспортом в Smart City. Це подання даних надає можливість оцінити рентабельність додавання нового транспортного засобу на маршрут чи необхідно скоригувати розклад інших транспортних засобів для кращого покриття завантажених ділянок у час пік. Для роботи програмного засобу використовується загальновідомий стандарт подання даних про громадський транспорт – GTFS. Це дозволяє адаптувати розроблений програмний продукт універсальним, а не специфічним для конкретного міста чи країни. Проведено порівняння отриманих результатів на множині даних тролейбусних маршрутів (біля 2000 записів, зібраних на основі експериментальних маркетингових досліджень) в місті Львів (Україна) для формування прогнозу зміни пасажиропотоків на певних ділянках в різні проміжки часу.

*Висновки. Виявлено, що спрогнозовані нейронною мережею пасажиропотоки у порівнянні з фактичними, призводять до їх зростання у середньому на 28% на критичних перегонах в годину пік. Ці отриманні результати дозволяють обґрунтувати доцільність додавання розкладу нового транспортного засобу для кращого покриття завантажених ділянок у час пік. Порівняння зміни пасажиропотоків, розподілених за перегонами у часі доби з 19:00 до 20:00, за фактичними даними та після роботи нейронної мережі вказує на їх збільшення у середньому в 70% перегонів, які були спрогнозовані, що дасть змогу прийняти обґрунтоване рішення про запуск додаткового транспорту на відповідні маршрути.*__

1421. Kozulia T. V. Entropy approach in system research of different complexity objects to assess their condition and functionality / T. V. Kozulia, A. S. Sviridova, M. M. Kozulia // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 149-161.

Context. Consideration of comprehensively studied object in the form “system – environment” to obtain an approximate accurate real situation reflection.

Objective. Search for solutions to problematic research issues based on the entropy approach for systems “object – environment” of different nature and complexity, studying them and obtaining knowledge (stable information) and providing them as a set of complex system tasks modulated by different entropy functions.

Method. The following criteria are used to assess the sustainability of the development of a system object: integrity – the failure of the trajectory of development of the object at a certain forecast time interval from a set of safe states; monotony of growth of indicators of development of object on a certain time interval with the subsequent preservation of them in the set intervals of admissible values; compliance of the development trajectory with the target changes according to the requirements of safety and sustainable development, resistance to disturbance, including asymptotic stability of the program trajectory and structural stability of the system.

In the conditions of nonlinear development of events and spontaneity of processes “object – external systems” at stable structure of system object of research it is expedient to apply the entropic approach and knowledge from the field of the theory of stability developed for technical and cybernetic systems.

Results. The proposed entropy approach to analysis is determined by the fact that the object is characterized from the standpoint of compliance with acceptable regulatory constraints and processes regarding the acceptability of the object of the external environment or the possibility of resolving the situation of coexistence “object – environment”. Within the analysis of a system object, this means that for both stationary and dynamic conditions, their state is described by a certain function, the changes of which indicate the approach to a certain point of homeostatic relations with the environment. The practical application of the provided methodological proposal for finding solutions in conditions of uncertainty of a certain kind is considered on the example of determining measures to influence the course of positive development of the child's body in the situation of diagnosis of cerebral palsy in the form of information and software application at realization of the appointments of medical character applied to them (factors of influence of emergency).

Conclusions. The proposed entropy approach to the choice of decision-making problems for determining the state and changes as a result of process transformations in system objects of the type “studied system – environment” in conditions of uncertainty does not require additional conditions characteristic of known estimates by criteria in common mathematical means of decision making.

1422. Modeling communication systems to study the effect of interference in the transmission medium / V. P. Kvasnikov, S. V. Yehorov, T. Yu. Shkvarnytska, D. P. Ornatskyi, M. A. Kataieva. // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 15-25.

Context. The problem of creating a model of transmission and transformation of information has been resolved, the processes of information transformation in transmitters and receivers have been considered, the process of influence of the destabilizing factors in the communication channel has been investigated.

Objective. The study aims to create a mathematical model of the communication channel, taking into account the destabilizing factors that affect the transmission channel and control the correctness of the communication channel model.

Method. A mathematical model, which evaluates the stability of the signal in the communication channel at the stage of designing telecommunication systems for various purposes, taking into account the effects of destabilizing factors in the environment of information signal transmission, is proposed. It is also a proposed method of determining the parameters of information signals in the communication channel and the increase in the bandwidth during exposure of external destabilizing factors on the signal transmission medium in the communication channel.

Results. A mathematical model of the communication channel was obtained, which takes into account external destabilizing factors that can affect the communication channel and equipment. The developed model contains a method of verification, which allows determining its correctness.

Conclusions. The method of information transfer has been improved by adding a verification method. The value of the bit error obtained during the simulation of the communication channel coincides with the value of the bit error during the verification process, which indicates the correctness of the considered mathematical model of the communication channel. The modeling of the communication channel confirmed the adequacy of the proposed method of modeling the communication system, so this method can be recommended for use in the design and research of telecommunications systems.

1423. Priykhodko S. B. A nonlinear regression model to estimate the size of web apps created using the CakePHP framework / S. B. Priykhodko, I. S. Shulko, A. S. Priykhodko
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 129-139.

Context. The problem of estimating the software size in the early stage of a software project is important because a software size estimate is used for predicting the software development effort, including Web apps created using the CakePHP framework. The object of the study is the process of estimating the size of Web apps created using the CakePHP framework. The subject of the study is the nonlinear regression models to estimate the size of Web apps created using the CakePHP framework.

Objective. The goal of the work is the building the nonlinear regression model with three predictors for estimating the size of Web apps created using the CakePHP framework on the basis of the Box-Cox four-variate normalizing transformation to increase the confidence in early size estimation of these apps.

Method. The model, confidence and prediction intervals of multiply nonlinear regression to estimate the size of Web apps created using the CakePHP framework are constructed based on the Box-Cox multivariate normalizing transformation for non-Gaussian data with the help of appropriate techniques. The techniques to build the models, confidence, and prediction intervals of nonlinear regressions are based on the multiple nonlinear regression analysis using the multivariate normalizing transformations. The techniques allow taking into account the correlation between dependent and independent variables in the case of normalization of multivariate non-Gaussian data. In general, this leads to a reduction of the mean magnitude of relative error, the widths of the confidence, and prediction intervals in comparison with nonlinear models constructed using univariate normalizing transformations.

Results. Comparison of the constructed model with the nonlinear regression models based on the decimal logarithm and the Box-Cox univariate transformation has been performed.

Conclusions. The nonlinear regression model with three predictors to estimate the size of Web apps created using the CakePHP framework is constructed on the basis of the Box-Cox four-variate transformation. This model, in comparison with other nonlinear regression models, has a larger multiple coefficient of determination, a smaller value of the mean magnitude of relative error and smaller widths of the confidence and prediction intervals. 1423

The prospects for further research may include the application of other multivariate normalizing transformations and data sets to construct the nonlinear regression model to estimate the size of Web apps created using the other frameworks.

1424. Prots'ko I. Analysis of the use of multithreaded computing technologies to factorize of numbers by a binary algorithm / I. Prots'ko, R. Rykmas // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 122-128.

Context. Providing high-speed computation by computer systems of factorization of number into prime factors requires the development of effective algorithmic methods using computational technologies. Fast computation of factorization of numbers is used in such applications as, protection of information data, in algorithms of discrete transforms for transition from one to multidimensional computations and others.

Objective. The purpose of the work is to analyze the implementation of technologies of multithreaded computation of factorization of integer value by the binary algorithm of the method of trial divisions using computer systems with multi-core processors and graphics accelerators.

Method. A binary algorithm of trial divisions that uses the remainders of each digit of the binary representation of a number to perform a divisibility check on prime factors of the canonical factorization of number in parallel.

Results. The analysis and comparison of multithreaded computations of software implementations of factorization of number by binary algorithm using hyper-threading, AMP C++, CUDA technologies in computer systems with multi-core processors and graphics accelerators. The results of the process of number factorization for multithreaded computing technologies using the same parallel core function are analyzed.

Conclusions. In the study of realizations of number factorization by the binary algorithm in the multithreaded mode, the technology of hyper-threading calculations using multicore processors is most effectively performed. Heterogeneous computing using AMP C++ or CUDA technologies on computer systems and graphics accelerators requires consideration of GPU microarchitecture features for parallel computing core functions.

1425. Recognition method of specified types of signal modulation based on a probabilistic model in the form of a mixture of distributions / V. V. Bezruk, M. M. Kaliuzhnyi, V. V. Semenets, G. Qiang, Y. Zheng // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – C. 7-14.

Context. The article considers the features of solving non-traditional problems of recognition of specified types modulation signals in automated radio monitoring. The practical features of this problem determine the increased a priori uncertainty, which consists in the absence of a priori information about the distribution densities of the given signals and the presence of unknown signals.

Objective. It is proposed to solve the problem using an unconventional method for the recognition of statistically specified random signals in the presence of a class of unknown signals. This method assumes that for the given signals there is a classified training sample of realizations, according to which the unknown parameters of their distributions are estimated, as well as some threshold values that determine the probabilities of correct recognition of the given types of signal modulation in the presence of unknown signals.

Method. A general solution to the problem of recognition of given signals in the presence of unknown signals is given, and recognition methods of types modulation based on the description of signals by probabilistic model in the form of a mixture of distributions are given. The method is based on the description of signals by a probabilistic model in the form of a mixture of distributions and construction of a closed area for given signals in the probabilistic space of signals.

Results. Studies of the recognition problems of given types of modulation of signals have been carried out. The studies were performed by statistical tests on samples of signals for radio monitoring of communications. In this case, the decisive rule for recognizing the given types of signal modulation is implemented in software on a computer. As a result of the statistical tests carried out on control samples of signals, estimates of the probabilities of correct recognition of the given types of signal modulation in the presence of unknown signals were obtained.

Conclusions. Values of indicators of quality of radio emissions recognition acceptable for the practice of radio monitoring are obtained. The dependences of quality indicators on some conditions and recognition parameters are property. As a result of the research, practical recommendations were obtained on the use of the proposed method for recognizing specified types of signal modulation in automated radio monitoring systems.

1426. Statistical data analysis tools in image classification methods based on the description as a set of binary descriptors of key points / S. V. Gadetska, V. O. Gorokhovatskyi, N. I. Stiahlyk, N. V. Vlasenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2021. – № 4 (59). – P. 58-68.

Context. Modern computer vision systems require effective classification solutions based on the research of the the processed data nature. Statistical distributions are currently the perfect tool for representing and analyzing visual data in image recognition systems. If the description of a recognized object is represented by a set of vectors, the statistical apparatus becomes fundamental for making a classification decision. The study of data distributions in the feature blocks systems for key point descriptors has shown its effectiveness in terms of achieving the necessary quality of classification and processing speed. There is a need for in-depth study of the descriptor sets statistical properties in terms of the main aspect – the multidimensional data separation for classification. This task becomes especially important for constructing new effective feature spaces, for example, by aggregating a set of descriptors by their constituent components, including individual bits. To do this, it is natural to use the apparatus of statistical criteria designed to compare the parameters of the distribution of the studied samples. Despite the widespread use and applied effectiveness of the feature descriptors apparatus for image classification, the statistical basis of these methods in their implementation in aggregate visual data systems and the choice of effective means to assess their effectiveness for distinguishing real images in application databases remains insufficiently studied.

Objective. Development of an effective images classification method by introducing aggregate statistical features for the description components.

Method. A metric image classifier based on feature aggregation for a set of image descriptors using statistical criteria for assessing the classification decision significance is proposed.

Results. The synthesis of the classification method on the basis of the introduction of aggregated statistical features for a set of image description descriptors is carried out. The efficiency and effectiveness of the developed classifier are confirmed. On examples of application of a method for system of real images features its efficiency is experimentally estimated.

Conclusions. The study makes possible to evaluate the applied effectiveness of the key points descriptors apparatus and build on its basis an aggregate features system for the effective visual objects classification implementation. Our research has shown that the available information in the form of a bit descriptors representation is sufficient for a significant statistical distinction between visual objects descriptions. Analysis of pairs and other blocks for descriptor bits provides a promising opportunity to reduce processing time. The scientific novelty of the study is the development of a method of image classification based on an integrated statistical features system for structural description, confirmation of the effectiveness of the method and the importance of the created features classification system in the image database. The practical significance of the work is to confirm the efficiency of the proposed methods on the real image descriptions examples.

1427. Synthesis of a neural network model of industrial construction processes using an indicator system / S. D. Leoshchenko, A. O. Oliinyk, S. A. Subbotin, V. V. Netrebko, Y. O. Gofman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 69-77.

Context. The problem of a neural network model synthesis for industrial processes with the definition of an optimal topology characterized by a high level of logical transparency and acceptable accuracy is considered. The object of research is the process of neural network modeling of industrial processes using an indicator system to simplify and select the topology of neuromodels.

Objective of the work is consists in synthesis a neural network model of industrial processes with a high level of logical transparency and acceptable accuracy based on the use of the system.

Method. A method is proposed to use artificial neural networks of feedforward propagation for modeling industrial processes. After evaluating the overall level of complexity of the modeling problem based on the indicator system, it was decided to build a neuromodel based on historical data. Using the characteristics of the input data of the problem, the most optimal structure of the neural network was calculated for further modeling of the system. A high level of logical transparency of neuromodels significantly expands their practical use and reduces the resource intensity of industrial processes.

Results. Neuromodels of industrial processes are obtained based on historical data. The use of an indicator system made it possible to significantly increase the level of logical transparency of models, while maintaining a high level of accuracy. Constructed neuromodels reduce the resource intensity of industrial processes by increasing the level of preliminary modeling.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed mathematical software and allow us to recommend it for use in practice in modeling industrial processes. Prospects for further research may lie in the neuroevolutionary synthesis of more complex topologies of artificial neural networks for performing multi-criteria optimization.

1428. Tarasov V. N. Queueing systems with time lag / V. N. Tarasov, N. F. Bakhareva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 49-57.

Context. In the queueing theory of a research of the $G/G/1$ systems are relevant because it is impossible to receive decisions for the average waiting time in queue in a final form in case of arbitrary laws of distributions of an input flow and service time. Therefore, the study of such systems for particular cases of input distributions is important. The problem of deriving solutions for the average waiting time in a queue in closed form for systems with distributions shifted to the right from the zero point is considered.

Objective. Getting solutions for the main characteristics of the systems – the average waiting time of requirements in the queue for queueing systems (QS) of type $G/G/1$ with shifted input distributions.

Methods. To solve this problem, we used the classical method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation. This method allows to obtaining a solution for the average waiting time for the systems under consideration in a closed form. The method of spectral decomposition of the solution of the Lindley integral equation plays an important role in the theory of systems $G/G/1$. For the practical application of the results obtained, the well-known method of moments of probability theory is used.

Results. For the first time, spectral expansions are obtained for the solution of the Lindley integral equation for systems with delay, which are used to derive formulas for the average waiting time in a queue in closed form. The paper presents the final studies for the remaining eight delay systems.

Conclusions. It is shown that in systems with delay, the average waiting time is less than in the usual systems. The obtained formula for the average waiting time expands and complements the well-known queueing theory incomplete formula for the average waiting time for $G/G/1$ systems. This approach allows us to calculate the average latency for these systems in mathematical packages for a wide range of traffic parameters. In addition to the average waiting time, such an approach makes it possible to determine also moments of higher orders of waiting time. Given the fact that the packet delay variation (jitter) in telecommunications is defined as the spread of the waiting time from its average value, the jitter can be determined through the variance of the waiting time.

1429. The algorithm tree method in solving the task of classifying hydrographic / I. F. Povkhan, O. V. Mitsa, I. V. Mulesa, V. V. Polishchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 78-94.

Context. The work is dedicated to the identification of a simple and effective mechanism by which it is possible to build algorithmic classification trees (algorithmic tree models) on the basis of fixed initial information in the form of a discrete data training sample. The constructed algorithmic classification tree will unmistakably classify (recognize) the entire training sample on which the model is built, have a minimum structure (structural complexity) and consist of components – autonomous classification and recognition algorithms as the vertices of the structure (attributes of the tree).

Objective. The aim of this work is to create a simple, effective and universal method of constructing classification (recognition) models based on the concept of algorithmic trees for arrays of real hydrographic data, where the obtained schemes of classification systems (classification tree structure) are characterized by a tree structure (construction) and autonomous classification algorithms (sets of generalized features) as their structural elements (construction blocks).

Method. The general scheme of synthesizing classification trees in a form of algorithmic trees on the basis of a procedure of approximation of an array of discrete data by a set of elementary classifiers, which for the set initial training sample builds a tree-like structure, i.e. a model of the algorithmic tree, is suggested. Moreover, the constructed scheme consists of a set of autonomous classification and recognition algorithms evaluated at each step/stage of constructing the classification tree for this initial sample. A method for constructing an algorithmic classification tree has been developed, the main idea of which is to approximate step-by-step the initial sample of an arbitrary volume and structure by a set of elementary classification algorithms. The method of algorithmic tree in the formation of the current algorithmic tree vertex, node, generalized feature provides selection of the most effective, high quality elementary classifiers from the initial set and completion of only those paths in the tree structure where the largest number of errors (failures) occurs. The structural complexity of the algorithmic tree design is estimated based on the number of transitions, vertices and tiers of the model structure, which allows one to improve the quality of its subsequent analysis, provide an effective decomposition mechanism, and build algorithmic tree structures under fixed constraint sets. The method of the algorithmic tree synthesis allows one to build different types of tree-like recognition models with different initial sets of elementary classifiers with predetermined accuracy for a wide class of problems of the artificial intelligence theory.

Results. The developed method of building algorithmic tree models allows one to work with training samples of a large amount of different types of information (discrete data) and provides high speed and economy of hardware resources in the process of generating the final classification scheme, as well as to build classification trees with predetermined accuracy.

Conclusions. An approach to the synthesis of new recognition algorithms (schemes) based on a library (set) of already known algorithms (methods) and schemes has been developed. That is, an effective scheme for recognizing discrete objects based on step-by-step evaluation and selection of classification algorithms (generalized features) at each step of the scheme synthesis is presented. Based on the suggested concept of algorithmic classification trees, a model of the structure of the algorithm tree was built, which provided classification of flood situations for the Uzh river basin.

1430. The cloud GNSS data fusion approach based on the multi-agent authentication protocols' analysis in the corporate logistics management systems / I. S. Burlachenko, V. Y. Savinov, O. R. Tohoiev, I. M. Zhuravska // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 95-105.

Context. Modern corporate logistics management systems or tracking systems consist of wireless positioning systems. Typically, mobile technologies use signal receivers of satellites of GNSS. However, there is the general problem of data transmitting issues to analytic centers for further in the corporate logistics management systems. The object of the study was to develop the solutions alternative to GNSS.

Objective. The goal of the work is the increasing vehicle location access control accuracy, based on the multi-agent authentication protocols' analysis.

Method. The study proposes the cloud data fusion platform offers to collect and archive data about all movable objects that can be on the road between departments inside the same warehouse area. Since there are operations with different wireless base stations' participation, so, the movable object can don't enough time for a movement trajectory analysis in real-time. Thus, data processing must fulfill in the cloud dispatching center and data flow fusion is needed. An equations system that identifies the vehicles' location based on the method of multi-agent authentication process analysis after the GPS signal loss, was proposed. The multi-sectional configuration of the recursive neural network and the usage of cloud data fusion made it possible to increase the accuracy of vehicle location determination.

Results. The developed method has been implemented in software and investigated for solving the problems of vehicle location control accuracy in the corporate logistics management systems.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the proposed approach and allow recommending it for use in practice for solving the problems of improving the efficiency of vehicle location determination via the role-based access control integrated with multi-agent authentication service.

1431. Yakovyna V. S. Android software aging and rejuvenation model considering the battery charge / V. S. Yakovyna, B. V. Uhiynovskiy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2021. – № 4 (59). – P. 140-148.

Context. A feature of mobile systems is their dependence on battery charge, which is an important factor when planning various processes, in particular when planning time of performing software rejuvenation procedure.

Objective. The goal of this article is to develop a model of software aging process with performing rejuvenation procedure for the Android operating system considering the factor of battery charge.

Method. A complex model based on Continuous-Time Markov Chains is proposed, which combines the software aging and rejuvenation model, the user behavior model and consider battery charge factor. A graph of states and transitions describing a complex model is constructed. Based on the formed graph the system of differential equations is written. The system was calculated using the 4th order Runge-Kutta method. The optimal time for the rejuvenation procedure can be determined when rejuvenation will not interfere with the user and will be performed before the battery is fully discharged, ie when the probability of the system being in these states is the lowest.

Results. The simulation of the developed model for test values of transition rates is performed. Considering the battery charge model allows to avoid planning the rejuvenation procedure at a time when the mobile device is likely to have a low charge or be completely discharged.

Conclusions. The proposed model based on the Markov chain allows to predict the start time of software rejuvenation procedure, considering both user behavior and battery level, which can have a significant impact on the predicted time. Also, the early implementation of the rejuvenation procedure may have the effect of reducing the system workload and delaying the discharge of the device, which should be checked in further studies. The expediency and importance of the consideration of battery charge factor and the need for further study of the proposed software aging and rejuvenation model are substantiated.

Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2022

№ 1

1432. Бодянський Є. В. Швидка нечітка правдоподібна кластеризація на основі аналізу піків щільності розподілу даних / Є. В. Бодянський, І. П. Плїсе, А. Ю. Шафроненко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 1 (60). – С. 76-81.

Актуальність. Проблема кластеризації (класифікації без вчителя), що часто зустрічається при обробці масивів даних різної природи, є досить цікавою і невід'ємною частиною штучного інтелекту. Для вирішення цього завдання існує безліч відомих методів та алгоритмів, які базуються на принципах щільності розподілу спостережень в даних, що аналізуються. Однак ці методи досить складні в програмній реалізації та не позбавлені недоліків, а саме: проблеми визначення значущих кластерів в наборах даних різної щільності, багатоепохове самонавчання, застрягання в локальних екстремумах цільових функцій, тощо. Слід зазначити, що методи, засновані на аналізі піків щільності розподілу даних, є за своєю природою чіткими, тому для розширення можливостей цих методів доцільно ввести їх нечітку модифікацію.

Мета. Мета роботи полягає у запровадженні швидкої нечіткої кластеризації даних з використанням піків щільності розподілу даних, яка може знаходити екстремуми (центроїди) кластерів, що перетинаються незалежно від кількості даних, що надходять.

Метод. Розглянуто задачу нечіткої кластеризації масивів даних на основі гібридного методу, заснованого на одночасному використанні правдоподібного підходу до нечіткої кластеризації і алгоритму знаходження типів щільності розподілу вихідних даних. Особливістю запропонованого методу є обчислювальна простота і висока швидкість, пов'язана з тим, що весь масив обробляється тільки один раз, тобто виключається необхідність в багатоепоховому самонавчанні, що реалізується в традиційних алгоритмах нечіткої кластеризації.

Результати. Особливістю запропонованого методу швидкої нечіткої правдоподібної кластеризації на основі аналізу піків щільності розподілу даних є обчислювальна простота і висока швидкість, пов'язана з тим, що весь масив обробляється тільки один раз, тобто виключається необхідність у багатоепоховому самонавчанні, що реалізується в традиційних алгоритмах нечіткої кластеризації. Результати обчислювального експерименту підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації в умовах, коли кластери перетинаються.

Висновки. Результати експерименту дозволяють рекомендувати розроблений метод для вирішення проблем автоматичної кластеризації та класифікації даних та максимально швидко знаходити центри кластерів. Запропонований метод швидкої нечіткої правдоподібної кластеризації на основі аналізу піків щільності розподілу даних призначений для використання в системах обчислювального інтелекту, нейро-фаззі системах, в навчанні штучних нейронних мереж та у завданнях кластеризації.

1433. Кравець П. О. Моделювання ігрової задачі призначення персоналу для виконання ІТ-проектів на основі онтологій / П. О. Кравець, В. В. Литвин, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – С. 130-145.

Актуальність. У цій статті описано розв'язування ігрової задачі призначення персоналу для роботи над проектами на основі онтологічного підходу. Суть задачі полягає у такому. Існує потреба у створенні команд для виконання декількох проектів. Кожен проект задається набором необхідних онтологічних знань. Для виконання проектів менеджери залучають кваліфікованих спеціалістів (агентів), здібності яких також задаються наборами онтологій. Склад команд повинен бути таким, щоб об'єднані онтології їх агентів покривали множини онтологій відповідних проектів. Кожен агент з певними імовірностями може прийняти послідовну участь у виконанні декількох проектів. Одночасна робота агента над різними проектами не допускається. Необхідно визначити порядок виконання проектів і відповідний йому порядок призначення персоналу.

Метою дослідження є розроблення математичної моделі стохастичної гри, рекурентних марковських методів для її розв'язування, алгоритмічного та програмного забезпечення, проведення комп'ютерного експерименту, аналіз результатів та вироблення рекомендацій щодо їх практичного застосування.

Метод. Для планування виконання проектів використано стохастичний ігровий алгоритм розфарбовування неорієнтованого випадкового графа. Для цього кількість вершин графа прийнята рівною кількості проектів. Ребрами з'єднано ті вершини графа проектів, для виконання яких залучено одного і того ж агента. З урахуванням відновлювальних відмов агентів зв'язки між вершинами графа динамічно змінюються. Необхідно досягнути правильного розфарбовування випадкового графа. Тоді проекти з однаково зафарбованими вершинами графа можуть бути виконані паралельно, а проекти з різними кольорами вершин – послідовно.

Результати. У статті побудовано математичну модель стохастичної гри та самонавчальний марковський метод для її розв'язування. Кожна вершина графа контролюється гравцем. Чистими стратегіями гравця є елементи палітри кольорів. Після вибору кольору власної вершини кожен гравець обчислює поточний програш як відносну кількість однакових кольорів у локальній множині сусідніх гравців. Мета гравців полягає у мінімізації функції середніх програшів. Марковський рекурентний метод забезпечує адаптивний вибір кольорів вершин випадкового графа на основі динамічних векторів змішаних стратегій, значення яких залежать від поточних програшів гравців. Результатом стохастичної гри є асимптотично правильно розфарбований випадковий граф, коли кожному ребру початкового детермінованого графа будуть відповідати у середньому різні кольори вершин.

Висновки. Проведено комп'ютерний експеримент, який підтвердив збіжність стохастичної гри для задачі розфарбовування випадкового графа. Це дало можливість визначити порядок призначення персоналу для виконання проектів.

1434. Методи спектрального оцінювання для комбінованої системи виявлення нешумливих цілей і пеленгації джерел шумових випромінювань / Д. В. Атаманський, В. П. Рябуха, В. М. Карташов, А. В. Семеняка, Л. В. Прокопенко // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – С. 7-19.

Актуальність. Для багатьох РЛС автономні системи виявлення нешумливих повітряних цілей (ПЦ) і пеленгації джерел шумових випромінювань (ДШВ) можна замінити одною економною системою виявлення ПЦ-пеленгації ДШВ, в яких загальні операції, що використовуються в процесі виявлення ПЦ і пеленгації ДШВ виконуються тільки один раз. Для такої системи розглядаються групи непараметричних і параметричних «надрозділяючих» методів спектрального аналізу (СА) для обґрунтування доцільного методу пеленгації ДШВ.

Мета. Порівняльний аналіз ефективності методів СА різних груп за сукупністю критеріїв і пропозиції щодо їх практичного застосування.

Метод. Ефективність методів визначається аналітично, за результатами імітаційного моделювання та їхнього порівняння з новими результатами, викладеними у відкритій літературі. У процесі моделювання непараметричних методів СА використовувалась обґрунтована й практично перевірена програмно-алгоритмічна база адаптивних решітчастих фільтрів.

Результати. Показано, що методи СА обох груп не мають обмежень на конфігурацію антенної решітки (плоска, кільцева і т.п.), в тому числі в ході використання в нееквідистантних «розріджених» антенних решітках (АР) з міжелементними відстанями більше половини довжини хвилі РЛС. Порівняно роздільну здатність (визначення кількості ДШВ) і ефективність пеленгації ДШВ методами різних груп під час використання різних АР. Показано, що методи першої групи (непараметричні) за ймовірністю правильного розділення майже не поступаються відомим і новим методам другої групи (параметричним). За сукупністю критеріїв і практичних умов використання для пеленгації джерел шумових випромінювань доцільно використовувати метод мінімуму дисперсії Кейпона, якщо існують обмеження на обчислювальну складність методу. За відсутності таких обмежень доцільно використовувати набір методів.

Висновки. Для практичної реалізації комбінованої системи виявлення нешумливої точкової цілі і пеленгації джерел шумових випромінювань пропонується структурно-алгоритмічна основа адаптивного решітчастого фільтра. На ньому поряд з формуванням вагового вектора для виявлення цілі можна для пеленгації ДШВ реалізувати не тільки метод Кейпона, а і набір методів, якщо різним чином комбінувати квадрати модулів компонент його вихідних векторів.

1435. Decision-making at evolutionary search during limited number of fuzzy experiments with multiple criteria / V. F. Irodov, M. V. Shaptala, K. V. Dudkin, D. E. Shaptala // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 167-175.

Context. The mechanism of decision-making during limited number of fuzzy experiments with multiple criteria are considered. The investigation object is process decision-making for project or control in complex systems with multiple criteria.

Objective. It is necessary to determine optimal (most preferred) parameters of the systems with multiple criteria. It is no the mathematical model of the system, there is limited number of fuzzy experiments only.

Method. experimental study of a process with several criteria (functions) depending on its parameters; the use of expert fuzzy evaluation to build a matrix of preferences for individual implementations; building a function of choosing preferred solutions based on a preference matrix by constructing a mathematical model of preference recognition, formulation and solving the problem of generalized mathematical programming as the final step in building the selection mechanism. The decision-making mechanism depends on the expert assessment procedure when comparing a limited set of results with each other, as well as on the statement of conditions when solving the problem of generalized mathematical programming. Comparison of a finite number of fuzzy experiments is convenient for expert evaluation. Presentation of the final choice as a result of solving the problem of generalized mathematical programming is convenient for using such a mechanism in automatic control systems already without human intervention. The proposed scheme of decision-making during limited number of fuzzy experiments has been applied to decision-making of project management for pellet burner.

Results. Experimental decision-making fuzzy results are presented in the presence of several criteria for a pellet burner of a tubular heater, which confirm the acceptability of the developed decision-making mechanism. It was proposed the new scheme for constructing a selection mechanism for decision-making in systems with several criteria where there is a sample of fuzzy experimental results.

Conclusions. The scheme of decision-making is includes the solving the generalized mathematical programming as the final step in building the selection mechanism. For the problem of generalized mathematical programming it may be applied the evolutionary search with choice function in form of preference or in form of lock.

1436. Domain ontology development for condition monitoring system of industrial control equipment and devices / L. O. Vlasenko, N. M. Lutska, N. A. Zaiets, A. V. Shyshak, O. V. Savchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – С. 157-166.

Context. Modern intelligent systems of failure identification of control equipment and devices in food industry are based on a complexation of approaches implemented on various methods and algorithms. The feature of such systems is that within them operates a large amount of heterogeneous data and knowledge that are difficult to combine. The use of ontologies of different levels in the system development process solves this problem.

Objective. Domain ontology development for equipment condition monitoring system as a basis for designing intelligent decision support system with ontology knowledge base.

Methods. There are different ontology development approaches. They may differ in the quantity of levels and types of ontologies or be a combination of subject and problem domains ontologies depending on the complexity of the problem and the chosen ontology development method. This paper represents two levels of the three-level ontology being developed for intelligent condition monitoring system of control equipment and devices. The upper level is represented by top-level ontology Basic Formal Ontology (BFO) which provides systematization of the meta-level, including temporal part. International standards and technical reports such as IEC 62890, ISO 55000, ISA 95, ISA 106, IEC 62264, ISO 10303-242: 2020 are considered in the development process of the second ontology level – Domain ontology.

Results. The article provides Domain ontology for equipment condition monitoring system in food industry. The developed Domain ontology systematizes, structures engineering knowledge and uses BFO which provides a set of basic elements at the metalevel. They set the values of the following entities: type of production, methods of failure identification, causes, failures, events, equipment, etc. The developed Domain ontology has semantic cross-links. A fragment of the Domain ontology relationships for the “Control equipment” subclass of “Equipment” class is also presented in the paper.

Conclusions. The developed ontology can be used to analyze the knowledge base on the causes, locations and types of failures and their identification methods. The developed ontology is a basis for application ontology development.

1437. Freyman V. I. The reliability improving of computer system elements with using modular encoding / V. I. Freyman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 146-156.

Context. Computing systems are implemented in many industries and economies of the modern world. The quality indicators of the systems in which they are used depend on the reliability of their work. The reliability of a computing system consists of the reliability of the construction and functioning of its elements. It is not always possible to ensure reliability in the design by choosing a high-quality element base, structural redundancy, or other well-known methods. Therefore, important and critical elements of computing systems are protected by built-in control schemes. They allow you to detect errors that occur when performing basic data operations. An effective way of constructing such circuits is to use actions on the remainder of the division of the operands by a selected module or by several modules (modular coding). Especially the task of choosing the most accurate and least redundant means of control is relevant for a wide range of basic elements of modern computing systems.

Objective. The aim of the work is research and development of recommendations on the use of modular coding to improve the reliability of the functioning of elements of modern computing systems in various hardware and software basis.

Methods. A method for numerical control of the correctness of performing basic arithmetic and logical operations by computing devices is selected and analyzed. On its basis, a schematic model of a computing system was built and verified in the MATLAB Simulink environment, which uses modular coding as a means of ensuring the reliability of the functioning of elements. The analysis of the probabilistic characteristics of decision-making is carried out, estimates of the probability of an erroneous decision-making are given. A software implementation of the simulation algorithm in the Visual Basic for Applications environment has been created, which made it possible to plot the dependence of reliability indicators on coding parameters.

Results. A schematic model of a computing system has been developed. It allows study various combinations of faults in the functioning of elements and errors in their operations. An algorithm for simulating all kinds of malfunctions and errors in the functioning of elements of computing systems when they perform basic operations is implemented in software. The qualitative dependences of the probabilistic characteristics of reliability on the coding parameters are determined. Based on the analysis of the characteristics obtained, conclusions are drawn and practical recommendations are given on the use of modular coding in the elements of computing systems in order to achieve the specified reliability indicators.

Conclusions. To improve the reliability of the functioning of the elements of computing systems, it is effective to use built-in control schemes using modular coding. Taking into account the recommendations for choosing the parameters of the codes will ensure the required reliability with minimal redundancy of circuits and the computational complexity of the calculation algorithms.

1438. Khabarлак К. S. Faster optimization-based meta-learning adaptation phase / К. S. Khabarлак // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 1 (60). – Р. 82-92.

Context. Neural networks require a large amount of annotated data to learn. Meta-learning algorithms propose a way to decrease number of training samples to only a few. One of the most prominent optimization-based meta-learning algorithms is MAML. However, its adaptation to new tasks is quite slow. The object of study is the process of meta-learning and adaptation phase as defined by the MAML algorithm.

Objective. The goal of this work is creation of an approach, which should make it possible to: 1) increase the execution speed of MAML adaptation phase; 2) improve MAML accuracy in certain cases. The testing results will be shown on a publicly available few-shot learning dataset CIFAR-FS.

Method. In this work an improvement to MAML meta-learning algorithm is proposed. Meta-learning procedure is defined in terms of tasks. In case of image classification problem, each task is to try to learn to classify images of new classes given only a few training examples. MAML defines 2 stages for the learning procedure: 1) adaptation to the new task; 2) meta-weights update. The whole training procedure requires Hessian computation, which makes the method computationally expensive. After being trained, the network will typically be used for adaptation to new tasks and the subsequent prediction on them. Thus, improving adaptation time is an important problem, which we focus on in this work. We introduce lambda pattern by which we restrict which weight we update in the network during the adaptation phase. This approach allows us to skip certain gradient computations. The pattern is selected given an allowed quality degradation threshold parameter. Among the pattern that fit the criteria, the fastest pattern is then selected. However, as it is discussed later, quality improvement is also possible in certain cases by a careful pattern selection.

Results. The MAML algorithm with lambda pattern adaptation has been implemented, trained and tested on the open CIFAR-FS dataset. This makes our results easily reproducible.

Conclusions. The experiments conducted have shown that via lambda adaptation pattern selection, it is possible to significantly improve the MAML method in the following areas: adaptation time has been decreased by a factor of 3 with minimal accuracy loss. Interestingly, accuracy for one-step adaptation has been substantially improved by using lambda patterns as well. Prospects for further research are to investigate a way of a more robust automatic pattern selection scheme.

1439. Kodnyanko V. A. Fast algorithm for solving a one-dimensional unclosed desirable neighbors problem / V. A. Kodnyanko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 30-38.

Context. The paper formulates a general combinatorial problem for the desired neighbors. Possible areas of practical application of the results of its development are listed. Within the framework of this problem, an analysis of the scientific literature on the optimization of combinatorial problems of practical importance that are close in subject is carried out, on the basis of which the novelty of the formulated problem accepted for scientific and algorithmic development is established.

Objective. For a particular case of the problem, the article formulates a one-dimensional unclosed integer combinatorial problem of practical importance about the desired neighbors on the example of the problem of distributing buyers on land plots, taking into account their recommendations on the desired neighborhood.

Method. A method for solving the mentioned problem has been developed and an appropriate effective algorithm has been created, which for thousands of experimental sets of hundreds of distribution subjects allows to get the optimal result on an ordinary personal computer in less than a second of counting time. The idea of developing the optimization process is expressed, which doubles the practical effect of optimization by cutting off unwanted neighbors without worsening the maximum value of the desirability criterion.

Results. The results of the work include the formulation of a one-dimensional unclosed combinatorial problem about the desired neighbors and an effective algorithm for its solution, which makes it possible to find one, several, and, if necessary, all the options for optimal distributions. The main results of the work can also include the concept and formulation of a general optimization combinatorial problem of desirable neighbors, which may have theoretical and practical prospects.

Conclusions. The method underlying the algorithm for solving the problem allows, if necessary, to easily find all the best placement options, the number of which, as a rule, is very large. It is established that their number can be reduced with benefit up to one by reducing the number of undesirable neighborhoods, which contributes to improving the quality of filtered optimal distributions in accordance with this criterion. The considered problem can receive prospects for evolution and development in various subject areas of the economy, production, architecture, urban studies and other spheres.

1440. Kovalenko I. I. Development of mathematical models of group decision synthesis for structuring the rough data and expert knowledge / I. I. Kovalenko, A. V. Shved, Y. O. Davydenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 1 (60). – P. 93-105.

Context. The problem of aggregating the decision table attributes values formed out of group expert assessments as the classification problem was solved in the context of structurally rough set notation. The object of study is the process of the mathematical models synthesis for structuring and managing the expert knowledge that are formed and processed under incompleteness and inaccuracy (roughness).

Objective. The goal of the work is to develop a set of mathematical models for group expert assessments structuring for classification inaccuracy problem solving.

Method. A set of mathematical models for structuring the group expert assessments based on the methods of the theory of evidence has been proposed. This techniques allow to correctly manipulate the initial data formed under vagueness, imperfection, and inconsistency (conflict). The problems of synthesis of group decisions has been examined for two cases: taking into account decision table existing data, only, and involving additional information, i.e. subjective expert assessments, in the process of the aggregation of the experts' judgments.

Results. The outcomes gained can become a foundation for the methodology allowing to classify the groups of expert assessments with using the rough sets theory. This make it possible to form the structures modeling the relationship between the classification attributes of the evaluated objects, the values of which are formed out of the individual expert assessments and their belonging to the certain classes.

Conclusions. Models and methods of the synthesis of group decisions in context of structuring decision table data have been further developed. Three main tasks of structuring decision table data gained through the expert survey has been considered: the aggregation of expert judgments of the values of the decision attributes in the context of modeling of the relationship between the universe element and certain class; the aggregation of expert judgments of the values of the condition attributes; the synthesis of a group decision regarding the belonging of an object to a certain class, provided that the values of the condition attributes are also formed through the expert survey. The proposed techniques of structuring group expert assessments are the theoretical foundation for the synthesis of information technologies for the solution of the problems of the statistical and intellectual (classification, clustering, ranking and aggregation) data analysis in order to prepare the information and make the reasonable and effective decisions under incompleteness, uncertainty, inconsistency, inaccuracy and their possible combinations.

1441. Kozhukhivskiy A. D. Developing a fuzzy risk assessment model for ERP-systems / A. D. Kozhukhivskiy, O. A. Kozhukhivska // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 106-119.

Context. Because assessing information security risks is a complex and complete uncertainty process, and uncertainties are a major factor influencing valuation performance, it is advisable to use fuzzy methods and models that are adaptive to non-calculated data. The formation of vague assessments of risk factors is subjective, and risk assessment depends on the practical results obtained in the process of processing the risks of threats that have already arisen during the functioning of the organization and experience of information security professionals. Therefore, it will be advisable to use models that can adequately assess fuzzy factors and have the ability to adjust their impact on risk assessment. The greatest performance indicators for solving such problems are neuro-fuzzy models that combine methods of fuzzy logic and artificial neural networks and systems, i.e. "human-like" style of considerations of fuzzy systems with training and simulation of mental phenomena of neural networks. To build a model for calculating the risk assessment of information security, it is proposed to use a fuzzy product model. Fuzzy product models (Rule-Based Fuzzy Models/Systems) this is a common type of fuzzy models used to describe, analyze and simulate complex systems and processes that are poorly formalized.

Objective. Development of the structure of a fuzzy model of quality of information security risk assessment and protection of ERP systems through the use of fuzzy neural models.

Method. To build a model for calculating the risk assessment of information security, it is proposed to use a fuzzy product model. Fuzzy product models are a common kind of fuzzy models used to describe, analyze and model complex systems and processes that are poorly formalized.

Results. Identified factors influencing risk assessment suggest the use of linguistic variables to describe them and use fuzzy variables to assess their qualities, as well as a system of qualitative assessments. The choice of parameters is substantiated and the structure of the fuzzy product model of risk assessment and the basis of the rules of fuzzy logical conclusion is developed. The use of fuzzy models for solving problems of information security risk assessment, as well as the concept and construction of ERP systems and analyzed problems of their security and vulnerabilities are considered.

Conclusions. A fuzzy model has been developed risk assessment of the ERP system. Selected a list of factors affecting the risk of information security. Methods of risk assessment of information resources and ERP-systems in general, assessment of financial losses from the implementation of threats, determination of the type of risk according to its assessment for the formation of recommendations on their processing in order to maintain the level of protection of the ERP-system are proposed. The list of linguistic variables of the model is defined. The structure of the database of fuzzy product rules – MISO-structure is chosen. The structure of the fuzzy model was built. Fuzzy variable models have been identified.

1442. Kushnir M. Y. Properties of generators of pseudo-random sequences constructed using fuzzy logic and two-dimensional chaotic systems / M. Y. Kushnir, H. V. Kosovan, P. M. Kroyalo // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 39-47.

Context. The problem of generating pseudo-random sequences of bits using the rules of fuzzy logic and two-dimensional chaotic systems is considered.

Objective. Pseudo-random sequences generators built using two-dimensional chaotic systems and fuzzy logic. The purpose of the work is to develop and implement pseudo-random bit sequences generators based on the rules of fuzzy logic and two-dimensional chaotic systems and to evaluate the statistical characteristics of the generated sequences using statistical tests of National Institute of Standards and Technology.

Method. A method for generating pseudo-random bit sequences is proposed, which allows form bit sequences with characteristics that meet the requirements of secure communication systems and cryptographic protection of information based on the rules of fuzzy logic and two-dimensional chaotic systems. In the process of studying the operation of generators, histograms of the distribution of output values were constructed, which allows to clearly determine whether the entire range of output values of the two dimensional system could be used to generate pseudo-random bit sequence or only part of it. A study of the statistical characteristics of the generated sequences using a set of statistical tests was also performed.

Results. Bit sequences formed using fuzzy logic rules and two-dimensional chaotic systems can be used to transmit information in secure communication systems.

Results. The proposed generators were implemented in software, histogram analysis and evaluation of compliance with the criteria for a set of statistical tests of National Institute of Standards and Technology.

Conclusions. The experiments confirmed the ability of the proposed generators to generate bit sequences with good statistical characteristics, which allows them to be recommended for use in practice in solving problems of cryptographic protection of information and secure transmission of information over open communication channels. Prospects for further research may be to create cryptographic methods of information protection based on the proposed pseudo-random bit sequences generators, the implementation of secure communication systems.

1443. Kuzmych V. A. Solving Poisson equation with convolutional neural networks / V. A. Kuzmych, M. A. Novotarskyi, O. B. Nesterenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 48-57.

Context. The Poisson equation is the one of fundamental differential equations, which used to simulate complex physical processes, such as fluid motion, heat transfer problems, electrodynamics, etc. Existing methods for solving boundary value problems based on the Poisson equation require an increase in computational time to achieve high accuracy. The proposed method allows solving the boundary value problem with significant acceleration under the condition of acceptable loss of accuracy.

Objective. The aim of our work is to develop artificial neural network architecture for solving a boundary value problem based on the Poisson equation with arbitrary Dirichlet and Neumann boundary conditions.

Method. The method of solving boundary value problems based on the Poisson equation using convolutional neural network is proposed. The network architecture, structure of input and output data are developed. In addition, the method of training dataset generation is described.

Results. The performance of the developed artificial neural network is compared with the performance of the numerical finite difference method for solving the boundary value problem. The results showed an acceleration of the computational speed in x10–700 times depending on the number of sampling nodes.

Conclusions. The proposed method significantly accelerated speed of solving a boundary value problem based on the Poisson equation in comparison with the numerical method. In addition, the developed approach to the design of neural network architecture allows to improve the proposed method to achieve higher accuracy in modeling the process of pressure distribution in areas of arbitrary size.

1444. Neuromodeling of operational processes / S. A. Subbotin, H. V. Pukhalska, S. D. Leoshchenko, A. O. Oliinyk, Y. O. Gofman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 120-129.

Context. The problem of synthesis a neural network model of operational processes with the determination of the optimal topology, which is characterized by a high level of logical transparency and acceptable accuracy, is considered. The object of the study is the process of neural network modeling of operational processes using an indicator system to simplify the selection of the topology of neuromodels.

Objective of the work is to synthesis a neural network model of operational processes with a high level of logical transparency and acceptable accuracy based on the use of an indicator system.

Method. It is proposed to use a system of indicators to determine the topological features of ANN, which is the basis for modeling operational processes. The assessment of the level of complexity of the task obtained on the basis of information about the input data and the values of the criteria for assessing the specificity of the task allows to categorize the task to one of the types of complexity in order to determine the approach to the synthesis of a neuromodel. Complexity category OS allows, based on analytical data about the selection of input data, to obtain the exact number of neurons in the hidden layer for the synthesis of a neuromodel with a high level of logical transparency, which significantly expands their practical use and reduces the cost of subsequent operational processes.

Results. The obtained neuromodels of operational processes based on historical data. The use of the indicator system made it possible to significantly increase the level of logical transparency of the models, while maintaining high accuracy. Synthesized neuromodels reduce the resource intensity of operational processes by increasing the level of previous modeling.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed mathematical software and allow to recommend it for use in practice when modeling operational processes. The prospects for further research may consist in the use of more complex methods of feature selection to fix the group relationships of information features for the construction of more complex models.

1445. Prots'ko L. The modular exponentiation with precomputation of reduced set of residues for fixed-base / L. Prots'ko, O. Gryshchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 58-65.

Context. Modular exponentiation is an important operation in many applications that requires a large number of calculations. Fast computations of the modular exponentiation are extremely necessary for efficient computations in theoretical-numerical transforms, for provide high crypto capability of information data and in many other applications.

Objective – the runtime analysis of software functions for computation of modular exponentiation of the developed program that uses the precomputation of reduced set of residuals for fixed-base.

Method. Modular exponentiation is implemented using of the development of the right-to-left binary exponentiation method for a fixed basis with precomputation of reduced set of residuals. To efficient compute the modular exponentiation over big numbers, the property of a periodicity for the sequence of residuals of a fixed base with exponents equal to an integer power of two is used.

Results. Comparison of the runtimes of five variants of functions for computing the modular exponentiation is performed. In the algorithm with precomputation of reduced set of residuals for fixed-base provide faster computation of modular exponentiation for values larger than 1K binary digits compared to the functions of modular exponentiation of the MPIR and Crypto++ libraries. The MPIR library with an integer data type with the number of binary digits from 256 to 2048 bits is used to develop an algorithm for computing the modular exponentiation.

Conclusions. In the work has been considered and analysed the developed software implementation of the computation of modular exponentiation on universal computer systems. One of the ways to implement the speedup of computing modular exponentiation is developing algorithms that can use the precomputation of reduced set of residuals for fixed-base. The software implementation of modular exponentiation with increasing from 1K the number of binary digit of exponent shows an improvement of computation time with comparison with the functions of modular exponentiation of the MPIR and Crypto++ libraries.

1446. Tarasov V. N. Two pairs of dual queueing systems with conventional and shifted distribution laws / V. N. Tarasov, N. F. Bakhareva // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 66-75.

Context. The relevance of studies of $G/G/1$ systems is associated with the fact that they are in demand for modeling data transmission systems for various purposes, as well as with the fact that for them there is no final solution in the general case. We consider the problem of deriving a solution for the average delay of requests in a queue in a closed form for ordinary systems with Erlang and exponential input distributions and for the same systems with distributions shifted to the right.

Objective. Obtaining a solution for the main characteristic of the system – the average delay of requests in a queue for two pairs of queueing systems with ordinary and shifted Erlang and exponential input distributions, as well as comparing the results for systems with normalized Erlang distributions.

Methods. To solve the problem posed, the method of spectral solution of the Lindley integral equation was used, which allows one to obtain a solution for the average delay for the systems under consideration in a closed form. For the practical application of the results obtained, the method of moments of the theory of probability was used.

Results. Spectral solutions of the Lindley integral equation for two pairs of systems are obtained, with the help of which calculation formulas are derived for the average delay of requests in the queue in a closed form. Comparison of the results obtained with the data for systems with normalized Erlang distributions confirms their identity.

Conclusions. The introduction of the time shift parameter into the distribution laws of the input flow and service time for the systems under consideration transforms them into systems with a delay with a shorter waiting time. This is because the time shift operation reduces the value of the variation coefficients of the intervals between the arrivals of claims and their service time, and as is known from the queueing theory, the average delay of requests is related to these variation coefficients by a quadratic dependence. If a system with Erlang and exponential input distributions works only for one fixed pair of values of the coefficients of variation of the intervals between arrivals and their service time, then the same system with shifted distributions allows operating with interval values of the coefficients of variations, which expands the scope of these systems. The situation is similar with shifted exponential distributions. In addition, the shifted exponential distribution contains two parameters and allows one to approximate arbitrary distribution laws using the first two moments. This approach makes it possible to calculate the average latency and higher-order moments for the specified systems in mathematical packets for a wide range of changes in traffic parameters. The method of spectral solution of the Lindley integral equation for the systems under consideration has made it possible to obtain a solution in closed form, and these obtained solutions are published for the first time.

1447. Zaichenko O. B. Systematization of the formulas of the resonant ferrite isolator loss / O. B. Zaichenko, N. Y. Zaichenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 1 (60). – P. 20-29.

Context. The problem is to systematize and improve the models of a resonance ferrite isolator in the rectangular waveguide for the antenna-feeder devices, generating, receiving, measuring microwave equipment containing ferrite decoupling devices: ferrite isolators and circulators.

Objective. The goal of the work is to verify the formula for the losses of the resonant ferrite isolator in the direct and reverse directions, as well as the isolator ratio.

Method. The research method of the work is a critical analysis of literary sources, which was carried out, but did not bring the desired results, since it did not allow to verify the correctness of the derivation of the formula [1]. Therefore, a number of hypotheses were put forward, what the formula might mean. The difficulty lay in the presence in the formula of the product of trigonometric functions that can be attributed to frequency properties, which was taken as an initial hypothesis, which was not subsequently confirmed. The check included transformation of formulas using mathematical physics in terms of microwave electrodynamics, trigonometry and algebra. The beginning was the formula of the classics, similar to the formula of, accepted without proof. As it is known, for the main type of wave in a rectangular waveguide, the components of the magnetic field strength, obtained as a solution to the wave equation under the boundary conditions inherent in a rectangular waveguide. One component of the magnetic field strength is along the direction of wave propagation, and the second one is in the transverse direction in the section of the waveguide are proportional to the trigonometric functions cosine and sine with the same arguments. The equality of the two components of the strengths is traditionally uses to find the plane of circular polarization where to place the ferrite isolator, and so the authors use this proportionality to trigonometric functions in their derivation, namely the formulas of trigonometric functions of a double angle, the basic trigonometric identity sine squared plus cosine squared is equal to one for replacing the propagation constants with trigonometric functions, this allows to get rid of radicals in the formulas, these radicals in the formula are due to the phenomenon of dispersion in a rectangular waveguide. The rest of the manipulations with the formula are the reduction of similar terms.

Results. There was obtained analytical expressions for the losses of the resonant ferrite isolator in the forward and reverse directions, as well as the isolator ratio by strict mathematical transformations. There was performed such transformations. The ratios of the longitudinal propagation constant to the transverse propagation constant are replaced by the ratios of the trigonometric functions sine and cosine, since they are continuous as opposed to tangents and cotangents. Such a transformation allows to avoid square roots in the formula for the losses of the ferrite isolator in the forward and reverse directions, which are associated with the presence of dispersion in the waveguide, as in the formula for wavelength in the waveguide. The conversion is based on microwave electrodynamics. The formulas are used for the distribution of fields in a rectangular waveguide for the main type of wave. Further transformations consist in taking the common factor out of brackets and other arithmetic transformations.

Conclusions. There was obtained results partially coincide with the well-known, the derivation of the formula was obtained for the first time, the studies carried out allowed us to reject the hypothesis that the product of cosines and sines in the loss formula of a ferrite isolator is a frequency characteristic, it appears as a result of arithmetic transformations. To take into account the frequency range, it is used that there is circular polarization at the middle frequency, there will also be circular polarization at the extreme frequency of the range, but the plane of circular polarization will shift in comparison with the position of the plane of circular polarization at the middle frequency. That is, a peculiar system of two equations is obtained with respect to two positions of the polarization plane relative to the wide side of the rectangular waveguide section. The scientific novelty consists in systematization and generalization of the formulas of the loss of the resonance ferrite isolator, the connection between the formulas from different literature sources, both foreign and domestic, is proved, which saves time for researchers of ferrite isolators for the verification of the formula. The practical significance. It may be useful for teaching purposes and in optimization of the ferrite isolator design.

№ 2

1448. Батюк Т. М. Технологія соціалізації особистостей за спільними інтересами на основі методів машинного навчання та SEO-технологій / Т. М. Батюк, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – С. 53-68.

Актуальність. Соціалізація особистостей за спільними інтересами спричинено потребою більшості людей спростити частину життєвих моментів за рахунок зменшення часу на їх реалізацію. З швидкими темпами росту інформації, завантаженості людини в суспільстві та у зв'язку з останніми епідемічними світовими подіями людина стає ізольованою від можливості спілкуватися. А це однією із важливих потреб людської свідомості та самореалізації. Тому є актуальним попитом мати можливість отримувати рекомендований список подібних людей за спільними інтересами як результат інтелектуального пошуку множини релевантних користувачів соціальних мереж через аналіз фото людського обличчя на користувацьких фотографіях (на основі нейронних мереж) і аналіз користувацької інформації (на основі алгоритмів нечіткого пошуку та моделі Noisy Channel).

Мета – розроблення технології для соціалізації особистостей на основі SEO-технології та методу машинного навчання через використання згорткової та сіамської нейронних мереж для ідентифікації користувачів та алгоритмів аналізу тексту для підбору релевантних користувачів майбутнього спілкування.

Метод. При реалізації SEO-технології обрано алгоритми нечіткого пошуку по словах на основі моделі Noisy Channel з алгоритмами ефективного розподілу текстової інформації. При реалізації машинного навчання розроблено згорткову нейронну мережу для ідентифікації користувачів системи.

Результати. Розроблено інтелектуальну систему соціалізації особистостей за спільними інтересами на основі SEO-технології та методи машинного навчання. Здійснено реалізацію роботи двох нейронних мереж: згорткової та сіамської, що дозволило здійснити пошук людського обличчя, на завантажуваних користувачем фотографіях і порівняти знайдене обличчя з уже наявними в базі даних/Інтернет. Це дає можливість ефективно ідентифікувати справжність користувача та гарантувати, що цього користувача на даний момент нема в базі даних, відповідно він потенційно є реальним. За допомогою алгоритмів нечіткого пошуку, алгоритму Левенштейна та моделі Noisy Channel створено алгоритм аналізу та порівняння користувацької інформації, який для поточного користувача формує список наявних користувачів системи, посортований по спаданню відсоткового співвідношення подібності користувачів та вказує, наскільки інтереси в інших користувачів збігаються з інтересами поточного користувача.

Висновки. Виявлено, що реалізований в системі алгоритм для формування вибірки користувачів є ефективнішою та точнішою приблизно на 25–30% в порівнянні зі звичайним алгоритмом Левенштейна. Також реалізований алгоритм здійснює вибірку приблизно в 10 разів швидше, ніж звичайний алгоритм Левенштейна.

1449. Пиза Д. М. Метод пространственно-поляризационной компенсации помех / Д. М. Пиза, Г. В. Мороз // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – С. 24-31.

Актуальность. При защите РЛС от активных шумовых помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, применяют пространственную фильтрацию сигналов путем использования разнесенного приема полезного сигнала и помех. При этом различие направлений воздействия помех и сигнала позволяет скомпенсировать помеху и обнаружить полезный сигнал. Однако, если источник помехи смещается в область главного луча, то пространственные отличия между полезным сигналом и помехой уменьшаются. Это приводит к существенному искажению диаграммы направленности основной антенны. В результате этого ухудшается точность измерения угловых координат целей, а также чувствительность приемного устройства РЛС. В статье предложен новый метод пространственно-поляризационной обработки радиолокационных сигналов, обеспечивающий компенсацию активных шумовых помех как с направлений боковых лепестков, так и с направления главного луча диаграммы направленности антенны.

Цель работы состоит в разработке метода совместной пространственно-поляризационной обработки радиолокационных сигналов при воздействии активных шумовых помех как по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, так и по главному лучу.

Метод реализуется путем использования структурной адаптации устройства помехозащиты в зависимости от направления воздействия помехи. При этом управляющий сигнал для структурной адаптации формируется по текущему значению модуля весового коэффициента пространственного фильтра.

Результаты. Разработана совместная структурная схема пространственно-поляризационного фильтра, обеспечивающего компенсацию активных шумовых помех, действующих как по боковым лепесткам, так и по главному лучу диаграммы направленности антенны РЛС. Разработана математическая модель блока компенсации, реализующего структурную адаптацию пространственно-поляризационного фильтра. В условиях первого особого поляризационного базиса оценена эффективность подавления помех, действующих по главному лучу диаграммы направленности антенны.

Выводы. Научная новизна проведенного исследования состоит в разработке нового метода пространственно-поляризационной обработки радиолокационных сигналов в сложных условиях функционирования РЛС при массированном воздействии активных шумовых помех.

Практическая новизна состоит в разработке структурной схемы пространственно-поляризационного фильтра, обеспечивающего компенсацию помех, действующих как с направлений боковых лепестков, так и с направления главного луча диаграммы направленности антенны. Разработана математическая модель блока компенсации фильтра. Оценена эффективность подавления помех в условиях первого особого поляризационного базиса.

1450. Algorithms and architecture of the software system of automated natural and anthropogenic landscape generation / Y. V. Levus, M. Y. Morozov, R. O. Moravskiy, P. Y. Pustelnyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 154-164.

Context. The problem of automation of the generation of natural and anthropogenic landscapes is considered. The subject of the research is methods of procedural generation of landscapes that quickly and realistically visualize natural and anthropogenic objects taking into account different levels of detail.

Objective. The goal of the work is to improve the rendering quality and efficiency of the procedural generation process of landscape surfaces at any level of detail based on the implementation of the developed method.

Method. The proposed method of visualization involves the construction of a natural landscape using Bezier curves and surfaces and manual editing of individual segments; use of software agents that are responsible for individual steps of generating anthropogenic objects; adaptation of anthropogenic objects to the characteristics of natural landscapes; containerization of three-dimensional objects, which is used in various steps to organize the storage and loading of objects efficiently. A generated heightmap based on the Perlin noise algorithm is used to construct surfaces on individual segments of the natural landscape. Landscape processing software agents are used to unify the design of algorithms for creating and processing information about anthropogenic objects. Correct application operation and error resistance is guaranteed due to the inheritance of a specific interface by all implementations of agents. Containerization with two-level caching ensures the efficiency of display detailing.

Results. The developed method is implemented programmatically, and its efficiency is investigated for different variants of input data, which to the greatest extent determine the complexity of visualization objects.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the efficiency of the proposed algorithmic software and its viability in practice in solving problems of automated landscape generation. Prospects for further research include improvement and expansion of the algorithms for procedural landscape generation, functionality complication of manual visualized object processing, and division of individual objects into separate hierarchies of containers.

1451. An efficient method for solving the problem of channel power distribution taking into account fuzzy constraints on consumption volumes / E. V. Ivohin, L. T. Adzhubey, V. V. Gavrylenko, N. V. Rudoman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 122-131.

Context. An efficient algorithm has been developed for solving the problem of rational distribution of the power of data transmission channels with fuzzy restrictions on consumption volumes. A standard solution method based on a fuzzy optimization problem is considered. A constructive variant of finding a solution based on the backtracking method is proposed.

Objective. The goal of the work is to develop an algorithm for solving the problem of rational distribution of the power of data transmission channels with fuzzy restrictions on consumption volumes based on the backtracking method.

Method. This paper The article proposes a method for solving the problem of rational distribution of the power of data transmission channels, taking into account fuzzy restrictions on consumption volumes. A feature of such tasks is the inability to meet the needs of the end user at the expense of the resources of different suppliers. The method of solution based on fuzzy problems of mathematical programming is considered. A constructive algorithm for solving the problem based on the backtracking method has been developed. Computational experiments have been carried out.

Results. The developed method for solving the problem of rational distribution of data transmission channel capacities, taking in-to account fuzzy restrictions on consumption volumes, made it possible to solve the problem of constructing an optimal configuration of a three-level information and computer network with a given number of communication servers and taking into account fuzzy consumption volumes.

Conclusions. Methods for solving the problem with fuzzy restrictions on the consumption volumes of end users are investigated. A fuzzy optimization problem is formulated, which allows taking into account the interval specified volumes for the connection values. A variant of solving fuzzy optimization problems in the case of using fuzzy numbers is proposed. A multi-criteria problem of efficient distribution of communication channel powers with fuzzy restrictions is formulated. A variant of the algorithm with a return is proposed, which allows solving the obtained problem. The approach is illustrated by a number of numerical examples for the problem of forming a network structure with a given number of end users and different allowable bandwidths of communication servers.

1452. Automatic classification of paintings by year of creation / A. A. Martynenko, A. D. Tevyashev, N. K. Kulishova, B. I. Moroz, A. S. Sergienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 80-89.

Context. The problem of automatic verification of the legitimacy of the export of works of art is considered. *Objective.* A method is proposed for automatically determining the age of a painting from a digital photograph using a classification that is performed by an intelligent decision-making system.

Method. It is proposed to use the attribute of picture year of creation as the main criterion for making a decision during the customs check of exports legitimacy. Instead of a long and expensive museum examination, photographing works of art in customs conditions and processing photos using a set of descriptors is used. The set of descriptors is proposed, include local binary patterns, their color modification, Haralik's texture features, the first four moments, Tamura's texture features, SIFT descriptor. The data obtained as a result of descriptors action give the values of several dozen private attributes. They form data vectors, which are then concatenated into a generalized object description vector. In the feature space thus created, automatic classification by weighted *k*-nearest neighbors is performed. The proposed algorithm calculates the distance between objects in a multidimensional space of attribute values and assigns new objects to already formed classes. The criterion for creating classes is the age of the painting from the existing database. As a measure of the objects proximity, it is proposed to use the Euclid and Minkowski metrics. The calculation of weights for the proposed classification algorithm is performed by the Fisher method.

Results. The effectiveness of the proposed method was investigated in the course of experiments with an image database containing photos of paintings by world, European and Ukrainian artists. Algorithm configuration parameters that provide high classification accuracy are found.

Conclusions. The performed experiments have shown the effectiveness of the selected descriptors for the formation of vector descriptions of images of paintings. The greatest accuracy is provided by descriptor merging, which reveals significant differences in the structural properties of images. This approach to the description of objects in combination with the proposed classification algorithm and the chosen main criterion ensures high accuracy of the obtained solutions. The direction of further research may include the use of convolutional neural networks to improve the accuracy of classification under the condition of a static database.

1453. Determination of the transmission line resistance matrix with deviations of design parameters from nominal / V. V. Kozlovskiy, V. V. Kozlovskiy, R. V. Khrashchevskiy, V. V. Klobukov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 7-14.

Context. UHF transmission systems make extensive use of transmission line segments, the characteristics of which have a significant impact on the performance of various information technologies. One of the problems of production of transmission lines is to obtain a given wave impedance, which significantly affects the electrical and information characteristics of the entire set of equipment. Currently, there is a burning issue of estimating the influence of disturbing factors on various electrical characteristics of long line segments. To date, the most fully developed methods for assessing the effect of disturbing factors on the wave impedance of a homogeneous line (the wave impedance is constant) under regular perturbations. In this case, the influence of perturbations on the reflection coefficient of matched lines was mainly considered. The effect of perturbations on the other characteristics of homogeneous and, especially, inhomogeneous lines has not been sufficiently studied.

Objective. The purpose of this paper is to determine the effect of wave impedance perturbations on the transmission line impedance matrix. Knowing the perturbed impedance matrix, it is possible to determine the distortion of the characteristics of any device built on transmission line segments.

Method. The paper uses the method of perturbation theory of linear differential operators applied to equations describing processes in inhomogeneous long lines. Results. The obtained results make it possible to estimate the influence of regular and irregular perturbations of the wave resistance (wave conductance) on the transmission line matrix considered as a quadrupole. Such matrix can be any quadrupole matrix: resistance matrix, conductance matrix, circuit matrix. This makes it possible, according to the desired function of the circuit (gain, input impedance, reflection coefficient), to determine the allowable deviation of the wave impedance from the nominal value in order to select a tolerance for reproducing the wave impedance.

Conclusions. The proposed criterion for estimating line parameter deviations using the norm of the four-pole matrix is inherently an integral criterion and can be used to preliminarily estimate the frequency domain of the strongest distortions, regardless of the functional purpose of the transmission line segment. The developed approach is applicable to both homogeneous and heterogeneous transmission lines and covers both regular and irregular wave impedance perturbations.

1454. Gavrylenko S. Y. Development of method for identification the computer system state based on the decision tree with multi-dimensional nodes / S. Y. Gavrylenko, V. V. Chelak, S. G. Semenov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 2 (61). – P. 113-121.

Context. The problem of identifying the state of a computer system is considered. The object of the research is the process of computer system state identification. The subject of the research is the methods of constructing solutions for computer system state identification.

Objective. The purpose of the work is to develop a method for decision trees learning for computer system state identification.

Method. A new method for constructing a decision tree is proposed, combining the classical model for constructing a decision tree and the density-based spatial clustering method (DBSCAN). The simulation results showed that the proposed method makes it possible to reduce the number of branches in the decision tree, which will increase the efficiency of identifying the state of the computer system. Belonging to hyperspheres is used as a criterion for decision-making, which enables to increase the identification accuracy due to the nonlinearity of the partition plane and to perform a more optimal adjustment of the classifier. The method is especially effective in the presence of initial data with high correlation coefficients, since it combines them into one or more multivariate criteria. An assessment of the accuracy and efficiency of the developed method for identifying the state of a computer system is carried out.

Results. The developed method is implemented in software and researched in solving the problem of identifying the state of the functioning of a computer system.

Conclusions. The carried out experiments have confirmed the efficiency of the proposed method, which makes it possible to recommend it for practical use in order to improve the accuracy of identifying the state of a computer system. Prospects for further re-search may consist in the development of an ensemble of decision trees.

1455. Gorodnov V. P. The states' final probabilities analytical description in an incompletely accessible queuing system with refusals / V. P. Gorodnov, V. V. Ovcharenko
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 32-42.

Context. There is a problem of forecasting the efficiency of real queuing systems with refusals in the case of incomplete accessibility of service devices for the input flow of requirements. The solution of problem is necessary to create the possibility of more accurate design and control of such systems operation in real time. *Objective.* The aim of the research is to obtain an analytical description of the state's final probabilities in a Markov queuing system with refusals and with incomplete accessibility of service devices for the input flow of requirements that is necessary to forecast the values of the queuing system performance indicators.

Method. The probabilities of queuing systems' states with refusals in the case of incomplete accessibility of service devices for the input flow of requirements are described by Kolmogorov differential equations. In a stationary state, these equations are transformed into a linearly dependent homogeneous system of algebraic equations. The number of equations is determined by the set-degree and for modern queuing and communication systems can be in the thousands, millions and more. Therefore, an attempt to predict the efficiency of a system is faced with the need to write down and numerically solve a countable set of algebraic equations systems that is quite difficult.

The key idea of the proposed method for finding an analytical description of final probabilities for a given queuing system was the desire to move from the description of individual states (of 2^n amount) to the description of groups of system states (of $n+1$ number) and to localize the influence of incomplete accessibility of service devices for the input flow of requirements in multiplicative functions of incomplete accessibility. Such functions allow obtaining the required analytical description and assessing the degree of the final probabilities transformation, in comparison with known systems, as well as assessing the forecasted values of the noted queuing system's efficiency indicators when building a system and choosing the parameters for its controlling.

Results. For the first time analytical expressions are obtained for the final probabilities of the queuing system states with refusals and with incomplete accessibility of service devices for the input flow of requirements, which makes it possible to evaluate as well as forecast values of all known system efficiency indicators.

Conclusions. The resulting description turned out to be a general case for well-known type of Markov queuing systems with refusals. The results of the numerical experiment testify in favor of correctness the obtained analytical expressions for the final probabilities and in favor of possibility for their practical application in real queuing systems when solving problems of forecasting efficiency, as well as analyzing and synthesizing the parameters of real queuing systems.

1456. Information-extreme machine training system of functional diagnosis system with hierarchical data structure / I. V. Shelekhov, N. L. Barchenko, D. V. Prylepa, M. V. Bibyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 189-200.

Context. The problem of information-extreme machine learning of the functional diagnosis system is considered by the example of recognizing the technical state of a laser printer by typical defects of the printed material. The object of the research is the process of hierarchical machine learning of the functional diagnosis system of an electromechanical device.

Objective. The main objective is to improve the functional efficiency of machine learning during functional diagnostics system retraining using automatically forming a new hierarchical data structure for an expanded alphabet of recognition classes.

Method. A method of information-extreme hierarchical machine learning of the system of functional diagnosis of a laser printer based on typical defects of the printed material is proposed. The method was developed with functional approach of modeling the cognitive processes of natural intelligence, which makes it possible to give the diagnostic system the properties of adaptability under arbitrary initial conditions for the formation of images of printing defects and flexibility during retraining of the system due to an increase in the power of the alphabet of recognition classes. The method is based on the principle of maximizing the amount of information in the process of machine learning. The process of information-extreme machine learning is considered as an iterative procedure for optimizing the parameters of the functioning of the functional diagnostics system according to the information criterion. As a criterion for optimizing machine learning parameters, a modified Kullback's information measure is considered, which is a functional of the exact characteristics of classification solutions. According to the proposed categorical functional model, an information-extreme machine learning algorithm has been developed based on a hierarchical data structure in the form of a binary decomposition tree. The use of such a data structure makes it possible to split a large number of recognition classes into pairs of nearest neighbors, for which the optimization of machine learning parameters is carried out according to a linear algorithm of the required depth.

Results. Information, algorithmic software for the system of functional diagnostics of a laser printer based on images of typical defects in printed material has been developed. The influence of machine learning parameters on the functional efficiency of the system of functional diagnostics of a laser printer based on images of defects in printed material has been investigated.

Conclusions. The results of physical modeling have confirmed the efficiency of the proposed method of information-extreme machine learning of the system of functional diagnosis of a laser printer based on typical defects in printed material and can be recommended for practical use. The prospect of increasing the functional efficiency of information-extreme learning of the functional diagnostics system is to increase the depth of machine learning by optimizing additional parameters of the system's functions, including the parameters of the formation of the input training matrix.

1457. Khandetskyi V. S. Modeling of IEEE 802.11 computer networks operation at increased interference intensity / V. S. Khandetskyi, N. V. Karpenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 2 (61). – Р. 132-139.

Context. High level of industrial noise increases the loss of information frames during transmission, which in turn decreases the network throughput. We propose a mathematical model of IEEE 802.11 networks operation under conditions of increased interference intensity.

Objective. The purpose of this paper is to express in an explicit analytical form the effect of bit error rate (BER) on the probability of frame transmission and the network throughput.

Method. We have proposed the method for constructing a model that allows you to directly calculate the dependence of the frame transmission probability on the number of stations operating in saturation mode, which is convenient for engineering calculations. The values of the model coefficients were selected by comparing the calculation results with the results obtained using the known Bianchi model, which describes the network operation in the form of a Markov process. In the range of up to 23 stations working with one access point, which corresponds to a collision probability of up to 0.5, the indicated dependences for both models satisfy each other with an accuracy sufficient for the practical application. An expression for the network throughput has been de-fined.

Results. The results of the model development were used to take into account the effect of interference intensity on the information transfer process. This made it possible to explicitly express the effect of BER on the probability of frame transmission and the network throughput in the case of variations in the length of the frames and with a different number of competing stations. The degree of throughput reduction has been determined for $BER = 10^{-5}$, $5 \cdot 10^{-5}$, 10^{-4} and increasing value of minimum contention window.

Conclusions. In this work, a mathematical model has been developed for direct calculation of the probability of frame transmission and network throughput at different levels of BER.

1458. Kicnichenko S. D. Model of the process of geospatial multi-criteria decision analysis for territorial planning / S. D. Kicnichenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 140-153.

Context. The process of multi-criteria decision analysis for territorial planning and rational placement of spatial objects, based on modeling the properties of the territory, is considered.

Objective. Development of technology for multi-criteria decision analysis for territorial planning based on the apparatus of the theory of fuzzy sets and functions of geoinformation analysis.

Method. An object-spatial approach to the formation of a set of alternatives and criteria is proposed, according to which the process of multicriteria decision analysis is divided into two stages: macro- and microanalysis. The macroanalysis stage involves the assessment of the ecological and socio-economic properties of the territory using geomodeling functions. The paper provides a formalized description of the macroanalysis stage, including methods for assessing the qualitative and quantitative impact of spatial objects on the properties of the territory and decomposing objects into thematic layers of criteria. At the stage of microanalysis, the ranking of alternatives is performed taking into account the chosen decision-making strategy. The method of standardization of criteria attributes using fuzzy set membership functions and the modification of the method for calculating the coefficients of relative importance (weights) of criteria, taking into account the spatial heterogeneity of the preferences of the decision maker, are considered. A comparative analysis of the methods for aggregating the estimates of alternatives according to different criteria has been carried out. A feature of the presented technology of geospatial multi-criteria decision analysis of decisions for territorial planning is the possibility of its integration into modern geographic information systems.

Results. The procedure of geospatial multi-criteria decision analysis was implemented in the environment of the geographic information system ESRI ArcGIS 10.5 and was studied in solving the spatial problem of rational location of an enterprise.

Conclusions. The proposed object-spatial approach to multi-criteria decision analysis makes it possible to explicitly take into account the spatial heterogeneity of geographic data, which is the result of the influence of geographic objects on the properties of the territory. The developed technology can be used to solve a wide range of problems related to determining the most rational placement of various capital construction and infrastructure facilities.

1459. Modeling risk factors interaction and risk estimation with copulas / N. V. Kuznietsova, V. H. Huskova, P. I. Bidyuk, Y. Matsuki, L. B. Levenchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 43-52.

Context. Various risks are inherent to practically all types of human activities. Usually the risks are characterized by availability of multiple risk factors, uncertainties, incompleteness and low quality of data available. The problem of mathematical modeling of risks is very popular with taking into consideration possible uncertainties and interaction of risk factors. Such models are required for solving the problems of loss forecasting and making appropriate managerial decisions.

Objective. The purpose of the study is in development of multivariate risk modeling method using specialized copula functions. The models are developed in the form of multivariate distributions.

Method. The modeling methodology is based upon exploring the special features of various copula functions that are helpful to construct appropriate multivariate distributions for the risk factors selected. The study contains formal description of selected copulas, analysis of their specific features and possibilities for practical applications in the risk management area. Examples of practical applications of the copula based approach to constructing multivariate distributions using generated and actual statistical data are provided.

Results. The results achieved will be useful for further theoretical studies as well as for practical applications in the area of risk management. The distributions constructed with copula create a ground for solving the problems of forecasting possible loss and making appropriate decision regarding risk management.

Conclusions. Thus the problem of constructing multivariate distributions for multiple risk factors can be solved successfully using special copula functions.

1460. Moroz V. I. Frequency features of the numerical method sampling of digital control systems / V. I. Moroz, A. B. Vakarchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 201-209.

Context. The studies of the frequency properties of the explicit multistep numerical integrators which use for sampling of continuous transfer function in the digital control systems, are conducted in this article. Numerical integrators in such systems implement as an integral parts of the digital regulators.

Objective. The goal of this research is an analysis of the behavior of explicit numerical integrators of different orders, which are used to discretize continuous systems, in order to study their impact on the properties of the synthesized digital system.

Method. Numerical methods of integration are considered as digital filters, the behavior of which is studied by the frequency characteristics method. To do this, the z-transform apparatus was used. Integrators' discrete transfer functions were found for frequency analysis using the Control Systems Toolbox package of the mathematical application MATLAB. For further analysis, two closed feedback test structures were used: with integrators in the forward channel and in the feedback loop. Both variants of structures were studied by the frequency characteristics method for sampling using numerical integrators of 1st–6th orders.

Results. The inefficiency of using high-order numerical integrators for continuous systems' discretization is shown. Given the behavior of the frequency characteristics of test systems, the most rational is the use of low-order integrators, namely – the first and second orders. Establishing the cause of this phenomenon requires additional research, in particular, to identify the possible impact of additional zeros and poles of discrete transfer functions of the numerical integrators.

Conclusions. The use of low-order integrators, namely the first and second orders, is the most rational for sampling of digital control systems and the inefficiency of using high-order numerical integrators to sample continuous systems is proven.

1461. Neural network diagnostics of aircraft parts based on the results of operational processes / S. D. Leoshchenko, H. V. Pukhalska, S. A. Subbotin, A. O. Oliynyk, Y. O. Gofman // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 69-79.

Context. The problem of synthesis of an optimal neural network model for diagnostics of aircraft parts after operational processes is considered. The object of the study is the process of synthesis of neural network diagnostic models for aircraft parts based on the results of operational processes

Objective is to synthesize neural network diagnostic models of aircraft parts after operational processes with a high level of accuracy.

Method. It is proposed to research the use of two approaches to the synthesis of neural network diagnostic models. So, using a system of indicators, the topology of the neural network is calculated, which will be trained using the method of Backpropagation method in the future. The second approach is based on the use of a neuroevolutionary approach, which allows for a complete synthesis of the neural network, dynamically modifying the topology of the solution in addition to the parameters. The final decisions are compared in the accuracy of work on the training and test data set. This approach will allow to determine the possibility and correctness of using neuroevolutionary methods for the synthesis of diagnostic models.

Results. Neuromodels for diagnostics of aircraft parts based on the results of operational processes have been obtained. The obtained results of comparing the methods used for synthesis made it possible to form recommendations for the implementation of neuroevolutionary methods in the synthesis of diagnostic neuromodels.

Conclusions. The results obtained during the experiments confirmed the operability of the mathematical software used and allowed us to form recommendations for further use of the considered methods in practice in order to synthesize diagnostic neuromodels. The prospects for further research may consist in expanding the input data sets in order to synthesize and study more complex topologies of neural network models.

1462. Pihnastyi O. M. Synthesis of the algorithm for the flow parameters optimal control of the reversible conveyor / O. M. Pihnastyi, O. V. Ivanovska, M. O. Sobol // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 2 (61). – P. 210-221.

Context. The problem of optimal control of flow parameters of a conveyor-type transport system containing sections with reversible conveyors is considered. The object of the study was an analytical model of a reversible transport conveyor for synthesizing an algorithm for optimal control of the flow parameters of a reversible transport conveyor.

Objective. The goal of the work is to develop a synthesis technique for an algorithm for optimal control of the flow parameters of a reversible transport conveyor based on an analytical model of a conveyor section containing a transport delay.

Method. An analytical model of a reversible conveyor has been developed for the case of a constant speed of a conveyor belt, which makes it possible to determine the values of the output flows from the reverse section with known values of material flows coming to the input of the conveyor section. To build a model of the reversible section of the conveyor, an analytical model of the section of the conveyor in partial derivatives, containing the transport delay, was used. When constructing the model, the assumption was made about the instantaneous switching of the direction of movement of the conveyor belt, and it is also assumed that the interval between switching the direction of the belt speed exceeds the values of the transport delay for the conveyor section. To synthesize an algorithm for optimal control of the reversible conveyor, a control quality criterion was introduced. The formulation of the problem of optimal control of the flow parameters of the reversible conveyor is given, based on the Pontryagin maximum principle. The Hamilton function for the controlled system is written, taking into account the criterion of the quality of control of the reversible conveyor. A technique for synthesizing an algorithm for optimal control of the material output flow of a section of a reversible conveyor is demonstrated. The conditions for switching the direction of the speed of the conveyor belt are determined.

Results. The developed model of the reversible conveyor section is used to synthesize an algorithm for optimal control of the material output flow of the reversible conveyor section.

Conclusions. A method for the synthesis of algorithms for optimal control of the flow parameters of a transport system with sections containing reversible conveyors has been developed. The construction of an analytical model opens up new perspectives for the design of transport conveyor control algorithms, which can be used to reduce the specific energy costs for material transportation in the mining industry.

1463. Progonov D. O. Effectiveness of stego image calibration via feature vectors re-projection into high-dimensional spaces / D. O. Progonov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 165-174.

Context. The topical problem of sensitive information protection during data transmission in local and global communication systems was considered. The case of detection of stego images formed according to novel steganographic (embedding) methods was analyzed. The object of research is special methods of stego images features pre-processing (calibration) that are used for improving detection accuracy of modern statistical stegdetectors.

Objective. The purpose of the work is performance analysis of applying special types of image calibration methods, namely divergent reference techniques, for revealing stego images formed according to adaptive embedding methods.

Method. The considered divergent reference methods are aimed at search an appropriate transformation for cover and stego images features that allows increasing Euclidean distance between them. This can be achieved by re-projection of estimated features into a high-dimensional space where cover and stego features may have higher inter-cluster distances. The work is devoted to analysis of such methods, namely by applying the inverse Fast Johnson-Lindenstrauss transform for estimation preimages of cover and stego images features. The transform allows considerably decreasing computation complexity of features calibration procedure while providing a fixed level of relative positions changes for cover and stego images features vectors, which is of particular interest in steganalysis.

Results. The dependencies of detection accuracy, namely Matthews correlation coefficient, on cover image payload and dimensionality of estimated preimages for feature vector were obtained. The case of usage state-of-the-art HUGO, S-UNIWARD, MG and MiPOD embedding methods for message hiding into a cover image was considered. Also, the variants of stego image features pre-processing by full access to stego encoder for a steganalytic as well as limited a prior information about used embedding method were analyzed.

Conclusions. The obtained experimental results proved effectiveness of proposed approach in the most difficult case of limited a prior information about used embedding method and low cover image payload (less than 10%). The prospects for further research may include investigation of applying special methods for features preimages estimation in a high-dimensional space for improving detection accuracy for advanced embedding methods.

1464. Prototyping smart home for immobilized people: EEG/MQTT-based brain-to-thing communication / D. A. Zubov, M. S. Qureshi, U. Kose, A. I. Kupin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 90-100.

Context. Immobilized people face additional barriers in almost all areas of life, including simple operations like turning the light on/off and controlling the air conditioner. The object of the study was to develop the brain-to-thing communication of affordable price to control the smart home appliances by immobilized people from neck to toes.

Objective. The goal of the work is to manage smart home appliances via brain-to-thing communication with EEG non-invasive electrodes, edge IoT devices, and MQTT protocol if the brain and eye control of the disabled work normally.

Method. A non-invasive Sichiray TGAM brainwave EEG sensor kit captures signals and then transmit them via Bluetooth to the HC-05 module connected to the Arduino Mega microcontroller. Information about edge IoT devices is presented to the disabled on the LCD 1602 display wired to the same Arduino Mega. The disabled person chooses the option shown on display via the double blink that is detected if the quality of signal equals zero and low/mid gamma waves are less than ten in three consecutive Bluetooth packets. Control commands are sent from Arduino Mega (MQTT publisher) to the edge IoT devices (MQTT subscribers) that analyze them and start a specific operation like opening a door and turning the alarm on/off.

Results. Five females and five males of different ages from 8 to 59 years old examined the control of smart home appliances with the Sichiray TGAM brainwave sensor kit. Everyone successfully handled the Sichiray headset and showed satisfaction with the brain-to-thing system.

Conclusions. In this work, a smart home concept for immobilized people was developed using the brain-to-thing approach and the MQTT communication between the MQTT publisher, Sichiray TGAM brainwave EEG sensor kit connected via Bluetooth to the Arduino Mega microcontroller, and edge IoT devices total priced at USD 150. The most likely prospect of the presented work is to produce the sample that is ready to market.

1465. Seniv M. M. Tools for selecting a software development methodology taking into account project characteristics / M. M. Seniv, A. M. Kovtoniuk, V. S. Yakovyna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 175-188.

Context. In the software development process, the choice of a software development methodology is one of the important stages that significantly affects the success/failure of the project. The choice of the optimal development methodology depends on many factors and is a time-consuming and nontrivial task.

Objective. Therefore, there is a need to develop an effective and flexible software tool for selecting the best software development methodology that would automate this process and take into account the key characteristics of the project.

Method. This article presents an algorithm for selecting a software development methodology using methods of multi-criteria analysis and expert evaluation, which provides for gathering of the expert evaluation and implements the process of selecting the methodology using such methods as AHP, TOPSIS and Weighted Sum.

Results. Using the above-mentioned algorithm, a software system was developed for selecting the best software development methodology depending on the characteristics of the project, where the criteria weights provided by experts were taken into account and the AHP method was applied to determine user priorities regarding the criteria for the methodology comparison. The TOPSIS and Weighted Sum method were chosen to calculate the estimates of the methodology selection. The software tool provides for the output of useful details of the selection results, namely, an expert evaluation of the specified parameter values in relation to all methodologies, and it can be used to improve the efficiency of the software development process in terms of automating the provision of recommendations to IT project managers.

Conclusions. The algorithm for selecting a software development methodology was developed, which, unlike the existing ones, provided for gathering of expert evaluation, taking into account the values of the criteria set by a user independently, and implemented the process of selecting the methodologies using such methods of multi-criteria analysis as AHP, TOPSIS and weighted sum. Using the above algorithm, a software system was developed for selecting the best software development methodology, depending on the characteristics of the project, where the criteria weights provided by experts were taken into account, and the AHP method was applied to determine user priorities for methodology comparison criteria. TOPSIS and weighted sum methods were chosen to calculate the scores of methodology choice. The software tool provides for the output of useful details about the selection results, namely, an expert evaluation of the set parameter values regarding all methodologies

1466. The study of the cross-correlation properties of complex signals ensembles obtained by filtered frequency elements permutations / V. P. Lysechko, D. O. Kulagin, S. V. Incfyk, O. S. Zhuchenko, I. V. Kovtun // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 2 (61). – P. 15-23.

Context. The relevance is to study the cross-correlation properties of the developed complex signals ensembles of large volume with a low level of multiple access interference, thereby increasing the efficiency of using a limited radio frequency range. The Object of Research is a method of bandpass filtering with permutations, which allows forming complex signals ensembles of large volume.

Objective. The Objective is to determine the optimal cross-correlation properties for the formation of complex signals ensembles of large volume with a low level of multiple access interference.

Method. The work has the study results of cross-correlation properties of complex signals ensembles obtained by applying the filtered elements permutation method. The formation of complex signals ensembles is based on pseudo-random sequences with improved cross-correlation properties in the time domain. Bandpass filtering is applied to such sequences, and the number of filter bands is determined based on the calculation of the frequency spectrum utilization coefficient. The filter band optimal width determination is based on a comparison of the maximum emissions of the side lobes values of the of cross-correlation function of signals from the elements number in the involved sequences. The signals obtained by frequency bands allocating are characterized by a difference in form in the minimal similarity condition. In order to reduce the multiple access interference impact, the frequency components transfer obtained by spectral filtering to the common frequency range is carried out. After that, the signals are transferred using the full search method. As a result, it was obtained all possible combinations of signal pairs permutations. The use of permutations in the complex signals ensemble formation can significantly increase the ensemble volume. The signals generated by frequency filtering, to which the transfer to the common frequency band and their subsequent permutation was applied, are subjected to correlation analysis based on the calculation of the maximum emissions values of the side lobes of the cross-correlation function.

Comparative characteristic of cross-correlation properties of developed signals with known signals prove that signals generated based on pseudo-random sequences with improved cross-correlation properties have a much larger ensembles volume, are formed on the basis of simple algorithms that don't require significant computing resources and have satisfactory cross-correlation characteristics. The use of bandpass filtering method with permutation allows the formation of large-volume ensembles whose signals differ inform, and the combination of different frequency bands reduces the vulnerability to multiple access interference.

Results. Due to the software implementation of the bandpass filtering method with permutations, the comparison of cross correlation properties of nonlinear sequences, M-sequences, multiphase signals and developed signals based on sequences with improved cross-correlation properties was performed.

In estimating the levels of maximum emissions of side lobes of the cross-correlation function, it was found that the generated signals obtained by bandpass filtering with permutations deteriorate cross-correlation characteristics by increasing the pulse duration proportional to the decrease in signal frequency band, but their value satisfies the minimal similarity condition, used in cognitive telecommunications systems.

Conclusions. The study of the signals cross-correlation properties proves the effectiveness of the developed bandpass filtering with permutations method. The generated signals have cross-correlated characteristics no worse than ensembles based on known signals. At this level of maximum emissions of the side lobes of the cross-correlation function of the developed signals is 7–12% less than the known signals. Thus, the method of bandpass filtering with permutations can be used to increase the efficiency of radio frequency resource use of both existing and advanced cognitive telecommunication networks of wireless access based on systems with code division multiplexing.

1467. Using the analytic hierarchy process with fuzzy logic elements to optimize the database structure / M. L. Dvoretzkyi, T. O. Savchuk, M. T. Fisun, S. V. Dvoretzka // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. - 2022. - № 2 (61). - P. 101-112.

Context. Informational systems are very common and use databases to store information that users need. Many different data models can be used but the relational model is still relevant. The last decade show tendency of using distributed databases while working with relational data model and this approach requires a specially designed module to synchronize data of all separate data-bases. Considering optimizing the database structure, researchers didn't pay much attention to the potential of users' SQL-queries history. The optimal structure of all the distributed nodes could reduce the necessity of synchronization while the data access speed and its actuality would remain stable. The object of the research is the process of optimizing the structure of the distributed database of corporate information systems, which are based on the relational database's model.

Objective. The research aims at improving the accuracy of the data representation marker's value on the distributed corporate information system's (DCIS) node, obtained using the analytic hierarchy process by applying the fuzzy logic elements while processing the alternatives' global priority vector.

Method. The research's authors in the set of their previous works emphasize the potential of using the collected history of users' SQL queries. Firstly presented technology of users' queries parsing. Then, the idea of using the multidimensional database for analyzing users' queries by slices of workstation type, application, user, and his/her position was considered. Finally, the authors gave the full-scaled mathematical model for formalizing database and query models, and criteria of database structure's optimality. The current research continues the given sequence and tries to increase the efficiency of the decision support system, by introducing elements of fuzzy logic to the analytic hierarchy process algorithm. The approach's main idea is in presenting the global priorities vector in the form of a series of fuzzy sets of one variable with subsequent transformation to the exact value. This approach made it possible to maintain the accuracy of the obtained result while decreasing the number of solution alternatives. For new tuples added to the database's tables after all calculations had been performed, the classification problem was formalized. After obtaining the probability of a tuple belonging to the class "needed" and performing the normalization of the value, it is taken as the level of the representation marker. Accordingly, the data is loaded onto the node if this value is greater than the optimal level of the representation marker for the DCIS node.

Results. After calculating and obtaining the alternatives global priorities' vector in order to improve the accuracy of the obtained result, the apparatus of fuzzy sets was used. The obtained vector of global priorities was presented as a vector of fuzzy digits for the data representation marker with subsequent transformation to the exact value. This approach made it possible to maintain the accuracy of the obtained result while decreasing the number of solution alternatives.

Conclusions. While working on the research, the concept of a data representation marker on the DCIS node for the elements of the SQL query model was introduced. An aggregation function has been developed that allows determining the level of need for attributes and tuples in the database's relation for the DCIS node based on the statistics of SQL queries. A model of the dependence of the database structure's optimality criteria on the value of the data representation marker is built. Received further development method of analytic hierarchy process. The initialization of the alternatives' pairwise comparisons matrix can be performed automatically according to the obtained mathematical models. Representation of the obtained result in the form of the vector of fuzzy numbers with the reduction to the exact value allows increasing the accuracy of the obtained results.

№ 3

1468. Гальченко В. Я. Однорідні плани багатofакторних експериментів на квазівипадкових г-послідовностях Робертса для сурогатного моделювання у вихрострумовій структуроскопії / В. Я. Гальченко, М. Д. Кошовий, Р. В. Трембовецька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 3 (62). – С. 22-30.

Актуальність. Робота присвячена питанням створення багатofакторних планів експериментів на основі квазівипадкових рекурсивних R-послідовностей Робертса. Об'єктом досліджень є процес створення комп'ютерних однорідних планів експериментів.

Мета статті полягає в створенні багатofакторних, а саме шести- та семи-факторних, однорідних планів експериментів з низькими показниками розбіжностей, дослідження їх проєкційних властивостей та демонстрації їх використання на прикладі сурогатного моделювання у вихрострумовій структуроскопії.

Метод. Для побудови багатовимірних планів експериментів застосовано ітеративний метод рівномірного заповнення одиничного гіперкубу опорними точками, що забезпечує прийнятні показники гомогенності та який реалізовано на основі квазівипадкових безпараметричних адитивних рекурсивних R-послідовностей Робертса з використанням ірраціональних чисел, які, в свою чергу, отримані на основі узагальненої послідовності Фібоначчі. Критерієм досконалості планів є оцінка гомогенності за показниками розбіжностей, інваріантних відносно обертання координат та перемаркування й упорядкування факторів та які кількісно характеризують відхилення згенерованого розподілу від ідеального рівномірного.

Результати. Для каталогізації створено шести- та семи-факторні комп'ютерні однорідні плани експериментів, які характеризуються низькими показниками розбіжностей та достатньо високоякісними проєкційними властивостями. Підтверджена, раніше доведена в дослідженнях авторів, тенденція щодо збереження цих характеристик планів експериментів в багато-вимірних факторних просторах, яка спостерігається зі збільшення кількості точок плану. Оцінка якості створених планів експериментів здійснена як візуальним аналізом матриці розсіювання всіх двовимірних проєкцій, так і за кількісними показниками неоднорідності сукупності векторів, які утворюють план, а саме центрованою та циклічною розбіжностями. На прикладі початкового етапу створення сурогатної моделі для розв'язку задачі ідентифікації профілів електрофізичних параметрів у вихрострумовій структуроскопії показано певні особливості застосування створених планів, зокрема перехід масштабуванням від плану для одиничного гіперкубу до плану в реальному факторному просторі у вигляді гіперпаралелепіпеда, що суттєво не впливає на його характеристики гомогенності розподілу точок.

Висновки. Вперше виконано завдання створення шести- та семи-факторних однорідних планів експериментів з низькими показниками центрованої та циклічної розбіжностей на основі R-послідовностей Робертса. Досліджено проєкційні властивості створених планів експериментів для різної кількості точок. Удосконалено метод побудови багатовимірних комп'ютерних планів експериментів із врахуванням особливостей вихрострумової структуроскопії. Продемонстровано використання шести-вимірних планів експериментів на прикладі сурогатного моделювання у вихрострумовій структуроскопії. Результати дослідження можуть бути використані при побудові сурогатних математичних моделей фізичних процесів будь-якими відомими методами апроксимації.

1469. Еволюційний метод синтезу імпульсних нейронних мереж з використанням механізму нейропатернів / С. Д. Леощенко, А. О. Олійник, С. О. Субботін, Є. О. Гофман, М. Б. Ільяшенко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – С. 77-85.

Актуальність. Розглянуто задачу синтезу імпульсних нейронних мереж на основі еволюційного підходу до синтезу штучних нейронних мереж з використанням нейропатерного механізму для побудови діагностичних моделей з високим рівнем точності роботи. Об'єктом дослідження є процес синтезу імпульсних нейронних мереж з використанням еволюційного підходу та нейропатерного механізму.

Мета роботи полягає у розробці методу синтезу імпульсних нейронних мереж на основі еволюційного підходу з використанням нейропатерного механізму для побудови діагностичних моделей з високим рівнем точності роботи.

Метод. Запропоновано метод синтезу імпульсних нейронних мереж на основі еволюційного підходу. На початку генерується популяція імпульсних нейронних мереж, для їх кодування та подальшого розвитку використовується нейропатерний механізм, що полягає в окремому кодуванні нейронів із різними функціями активації, що визначаються попередньо. Так кожен патерн з декількома точками входу може визначати взаємозв'язок між парою точок. В подальшому, це спрощує еволюційний розвиток мереж. Щоб розшифрувати імпульсну нейронну мережу з патерну координати для пари нейронів передаються в мережу, що створює патерн. Вихідний сигнал мережі визначає вагу і затримку з'єднання між двома нейронами в імпульсній нейронній мережі. Після цього можна оцінити кожну нейромоделі після еволюційних змін та перевірити критерії зупинки синтезу. Метод дозволяє знизити ресурсоемність під час синтезу мережі, за рахунок абстрагування еволюційних змін патерну мережі від неї самої.

Результати. Розроблений метод реалізовано та досліджено на прикладі синтезу імпульсної нейронної мережі для використання у якості моделі для технічного діагностування. Використання розробленого методу підвищити точність нейромоделі з тестовою вибіркою на 20%, в залежності від використовуваних обчислювальних ресурсів.

Висновки. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованого математичного забезпечення і дозволяють рекомендувати його для використання на практиці при синтезі імпульсних нейронних мереж у якості основи діагностичних моделей для подальшої автоматизації задач діагностування, прогнозування, оцінювання та розпізнавання образів з використанням великих даних. Перспективи подальших досліджень можуть полягати у використанні нейропатерного механізму для непрямого кодування імпульсних нейронних мереж, що буде забезпечувати, ще більш компактне зберігання даних та пришвидшить процес синтезу.

1470. Нечітка довірча кластеризація даних на основі аналізу щільності розподілу даних та їх піків / Є. В. Бодяньський, І. П. Плісс, А. Ю. Шафроненко, О. В. Калиниченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – С. 58-65.

Актуальність. Задача кластеризації – класифікації без вчителя масивів даних займає важливе місце в інтелектуальному аналізі даних. Для вирішення цієї задачі на цей час запропоновано безліч підходів, що відрізняються між собою як апіорними припущеннями що до характеру даних у масивах, що досліджуються та аналізуються, так і математичним апаратом, що полягає в основі тих або інших методів, однак вирішення задач кластеризації ускладнюють велика розмірність векторів спостережень, що аналізуються, їх збуреність та забрудненість різного типу завадами та пропусками, можливою складною формою кластерів, тощо.

Мета. Мета роботи полягає у запровадженні процедури нечіткої кластеризації, що об'єднує в собі переваги методів, заснованих на аналізі щільностей розподілу даних та їх піків, характеризуються високою швидкістю та може ефективно працювати за умов перетинних класів.

Метод. Введено метод нечіткої кластеризації масивів даних, що базується на ідеях аналізу щільностей розподілу цих даних, їх піків та довірчого нечіткого підходу. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач, пов'язаних з відшукуванням атракторів функцій щільностей, оскільки кількість звернень до блоку оптимізації визначається не обсягом аналізованого масиву, а кількістю піків щільностей цього ж масиву. Результати. Метод є досить простим у чисельній реалізації і не критичним до вибору оптимізаційної процедури.

Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов перетинних кластерів та дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці для вирішення проблем автоматичної кластеризації великих даних.

Висновки. Введено метод нечіткої кластеризації масивів даних, що базується на ідеях аналізу щільностей розподілу цих даних, їх піків та довірчого нечіткого підходу. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач, пов'язаних з відшукуванням атракторів функцій щільностей, оскільки кількість звернень до блоку оптимізації визначається не обсягом аналізованого масиву, а кількістю піків щільностей цього ж масиву. Метод є досить простим у чисельній реалізації і не критичним до вибору оптимізаційної процедури. Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов перетинних кластерів.

1471. Пигнастый О. М. Синтез алгоритма управления транспортным конвейером / О. М. Пигнастый, О. В. Ивановская // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – С. 168-182.

Актуальность. Рассмотрена проблема оптимального управления потоковыми параметрами транспортной системы конвейерного типа при наличии ступенчатого регулирования скорости ленты секции конвейера. Объектом исследования являлась аналитическая модель транспортного конвейера, которая использована в качестве фундамента для синтеза алгоритмов оптимального управления потоковыми параметрами транспортного конвейера.

Цель работы заключается в развитии методов проектирования систем оптимального управления потоковыми параметрами транспортного конвейера с учетом транспортной задержки при ступенчатом регулировании потоковых параметров транспортной системы.

Метод. Разработана аналитическая модель секции конвейера с учетом ступенчатого регулирования значений потоковых параметров транспортной системы. При построении модели секции конвейера для определения зависимостей между потоковыми параметрами транспортной системы записаны уравнения в частных производных. Для синтеза алгоритмов оптимального управления скоростью движения ленты секции конвейера введен критерий качества управления. Используя принцип максимума Понтрягина, поставлена задача оптимального управления потоковыми параметрами секции конвейера. Для транспортной системы записана функция Гамильтона, учитывающая критерий качества управления, наложенные ограничения и дифференциальные связи между параметрами системы. Продемонстрирована методика синтеза алгоритма оптимального управления скоростью ленты секции конвейера и определены условия переключения скорости движения ленты.

Результаты. Разработанная модель секции конвейера использована для синтеза алгоритма оптимального управления потоковыми параметрами транспортной системы при ступенчатом переключении режимов скорости ленты.

Выводы. Разработана методика синтеза алгоритмов оптимального управления потоковыми параметрами транспортной системы при ступенчатом регулировании скорости движения ленты секции конвейера. Полученные алгоритмы могут быть использованы для снижения удельных энергетических затрат на транспортировку материала на предприятиях горнодобывающей промышленности.

1472. Barkalov A. A. Synthesis of the finite state machine with datapath of transitions according to the operational table of transitions / A. A. Barkalov, L. A. Titarenko, R. M. Babakov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 109-119.

Context. The problem of formalizing the description of a microprogram finite state machine based on the principle of operational transformation of state codes with the help of a modified transition table is considered. The object of research was a model of a microprogram finite state machine with data path of transitions.

Objective. The goal of the work is development and research of a method for formally specifying a microprogram finite state machine with datapath of transitions in the form of a modified table of transitions containing sufficient information for synthesizing the logic circuit of the finite state machine in the basis of programmable logic devices.

Method. A new way of representing the formal solution of the problem of algebraic synthesis of a microprogram finite state machine with datapath of transitions in the form of an operational table of transitions is proposed. This table is a modification of the direct structural table traditionally used in the synthesis of microprogram finite state machines. The use of the previously known representation of the formal solution of the problem of algebraic synthesis in the form of a system of isomorphisms of automaton algebras is too formalized and makes it difficult to synthesize the logical circuit of the finite state machine due to the separate description of the transition and output functions. It is shown that the structure of a microprogram finite state machine with data path of transitions requires information about the set of interpretations of state codes and the transition operations used to be entered into the traditional table of transitions. It is noted that the proposed operational table of transitions contains sufficient information for the synthesis of the logical circuit of the finite state machine. An example of constructing an operational table of transitions for a finite state machine given by a graph-scheme of the implemented control algorithm is shown. The example demonstrates various ways to interpret state codes. The procedure for synthesizing the circuit for generating codes of transition operations and the circuit for generating microoperations according to the operational table of transitions is proposed.

Results. An example of the implementation of the main stages of the synthesis of a finite state machine with datapath of transitions according to the operational table of transitions is considered. Examples of synthesized finite state machine models in the VHDL language are given, which take into account the peculiarities of the representation of finite state machine models in Xilinx Vivado CAD. The results of the synthesis of the finite state machine according to VHDL models in FPGA basis are shown.

Conclusions. The experiments carried out confirmed the sufficiency of the operational table of transitions for describing a microprogram finite state machine with operational transformation of state codes for the purpose of further synthesizing its logic circuit. Prospects for further research are the use of the proposed operational table of transitions in the development of various methods for the synthesis and optimization of microprogram finite state machine with operational transformation of state codes.

1473. Gorev V. N. Kolmogorov-Wiener filter for continuous traffic prediction in the GFSD model / V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 23-31.

Context. We investigate the Kolmogorov-Wiener filter weight function for the prediction of continuous stationary telecommunication traffic in the GFSD (Gaussian fractional sum-difference) model.

Objective. The aim of the work is to obtain an approximate solution for the corresponding weight function and to illustrate the convergence of the truncated polynomial expansion method used in this paper.

Method. The truncated polynomial expansion method is used for the obtaining of an approximate solution for the Kolmogorov-Wiener weight function under consideration. In this paper we used the corresponding method on the basis of the Chebyshev polynomials of the first kind orthogonal on the time interval on which the filter input data are given. It is expected that the results based on other polynomial sets will be similar to the results obtained in this paper.

Results. The weight function is investigated in the approximations up to the eighteen-polynomial one. It is shown that approximations of rather large numbers of polynomials lead to a good coincidence of the left-hand side and the right-hand side of the Wiener-Hopf integral equation. The quality of the coincidence is illustrated by the calculation of the corresponding MAPE errors.

Conclusions. The paper is devoted to the theoretical construction of the Kolmogorov-Wiener filter for the prediction of continuous stationary telecommunication traffic in the GFSD model. The traffic correlation function in the framework of the GFSD model is a positively defined one, which guarantees the convergence of the truncated polynomial expansion method. The corresponding weight function is obtained in the approximations up to the eighteen-polynomial one. The convergence of the method is illustrated by the calculation of the MAPE errors of misalignment of the left-hand side and the right-hand side of the Wiener-Hopf integral equation under consideration. The results of the paper may be applied to practical traffic prediction in telecommunication systems with data packet transfer.

1474. Image classifier resilient to adversarial attacks, fault injections and concept drift - model architecture and training algorithm / V. V. Moskalenko, A. S. Moskalenko, A. G. Korobov, M. O. Zaretsky // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 3 (62). – P. 86-101.

Context. The problem of image classification algorithms vulnerability to destructive perturbations has not yet been definitively resolved and is quite relevant for safety-critical applications. Therefore, object of research is the process of training and inference for image classifier that functioning under influences of destructive perturbations. The subjects of the research are model architecture and training algorithm of image classifier that provide resilience to adversarial attacks, fault injection attacks and concept drift.

Objective. Stated research goal is to develop effective model architecture and training algorithm that provide resilience to adversarial attacks, fault injections and concept drift.

Method. New training algorithm which combines self-knowledge distillation, information measure maximization, class distribution compactness and interclass gap maximization, data compression based on discretization of feature representation and semi-supervised learning based on consistency regularization is proposed.

Results. The model architecture and training algorithm of image classifier were developed. The obtained classifier was tested on the Cifar10 dataset to evaluate its resilience over an interval of 200 mini-batches with a training and test size of mini-batch equals to 128 examples for such perturbations: adversarial black-box L-attacks with perturbation levels equal to 1, 3, 5 and 10; inversion of one randomly selected bit in a tensor for 10%, 30%, 50% and 60% randomly selected tensors; addition of one new class; real concept drift between a pair of classes. The effect of the feature space dimensionality on the value of the information criterion of the model performance without perturbations and the value of the integral metric of resilience during the exposure to perturbations is considered.

Conclusions. The proposed model architecture and learning algorithm provide absorption of part of the disturbing influence, graceful degradation due to hierarchical classes and adaptive computation, and fast adaptation on a limited amount of labeled data. It is shown that adaptive computation saves up to 40% of resources due to early decision-making in the lower sections of the model, but perturbing influence leads to slowing down, which can be considered as graceful degradation. A multi-section structure trained using knowledge self-distillation principles has been shown to provide more than 5% improvement in the value of the integral metric of resilience compared to an architecture where the decision is made on the last layer of the model. It is observed that the dimensionality of the feature space noticeably affects the resilience to adversarial attacks and can be chosen as a tradeoff between resilience to perturbations and efficiency without perturbations.

1475. Karlov D. V. Methodology of increasing the reliability of video information in infocommunication networks aerospace / D. V. Karlov, I. M. Tupitsya, M. V. Parkhomenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 3 (62). – P. 120-132.

Context. The problem of localization of the effect of errors in data transmission channels when using compression and noise-immune coding methods in the conditions of compliance with the speed of data delivery in info communication systems of the aerospace. The object of the study is coding methods for increasing the reliability of video information resources in infocommunication networks using airmobile platforms.

Objective. The goal of the work is to methodology development of increasing the reliability of video information in the info-communication networks of the aerospace.

Method. The use of noise-immune coding methods to ensure the required level of reliability of video information transmitted in infocommunication systems of the aerospace has a number of significant disadvantages: it leads to a significant increase in the bit volume of compactly presented video data; the time delay for the delivery of video information is growing, which is critical in the conditions of using airmobile platforms. An increase in time delays in the process of delivering video information leads to the fact that the video information will not be transmitted in full and, as a consequence, in the conditions of aeromonitoring, to the loss of data reliability; time for processing video data increases. The advantage of using compression coding technologies to solve the problem of increasing the reliability of video information transmitted in infocommunication systems of the aerospace is to reduce the bit volume of the video information resource. However, the existing video processing technologies are based on the use of statistical coding methods and the identification of a series of identical sequences of repeating elements. But the use of such technologies does not provide the required level of error localization. Restructuring method was developed based on identifying patterns in the internal binary structure of message elements by a quantitative attribute. The sign of the number of series of units in the binary structure of message elements is used as a tool for restructuring. Distinctive features of the method are that the restructuring of the information space is carried out without loss of integrity on the basis of structural features by the number of binary series.

Results. The analysis of existing directions for solving the problem of increasing the level of reliability of video information transmitted in the infocommunication systems of the aerospace was carried out. A method of internal data restructuring has been developed, which allows obtaining the following results: conditions are provided for additional reduction of structural redundancy of code representation of information due to significant reduction of information space capacity as a result of using internal data restructuring on the basis of the number of series of units; conditions are created for localization of errors in the process of reconstruction of video information resources; conditions are created to reduce the time for data processing, due to the fact that the developed method of data restructuring does not require transformations over the elements of the message.

Conclusions. It is necessary to improve the existing compression coding technologies in the direction of identifying patterns, taking into account which will allow localizing the destructive effect of errors arising in the communication channel.

1476. Kharchenko R. Y. Analysis of methods for automated research of dc voltage converters of modular structure / R. Y. Kharchenko, A. V. Kochetkov, V. S. Mikhaylenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 8-21.

Context. DC voltage converters (DCV) are part of modern power supply systems (PSS) and power supply ensuring the operation of electronic and radio devices, telecommunication systems and communication and to a large extent determine their power consumption, reliability, time of readiness for operation, weight, size and cost indicators. Even though there are a large number of different software packages used in engineering practice for the study and design of radio engineering devices, such computer aided design (CAD) systems and virtual computer simulation of electronic circuits have some limitations that do not allow to quickly carry out the entire complex of studies of DCV required for the analysis of electrical processes in various operating modes.

Objective. In this section, the goal is to select the most suitable methods and algorithms that allow the development of software necessary for solving the problems of research and analysis of electrical processes for select energy parameters of the DCV of a modular structure in a separate power channel (PWC).

Method. The paper proposes a method that consists in using mathematical models describing electrical processes in DC voltage converters and creating, on the basis of the developed calculation algorithms, specialized software for the automated study of electrical processes in the DCV of a modular structure using a computer.

Results. The paper discusses the main methods of automated research of radio engineering devices, which can be used to analyze the electrical processes of pulsed DC voltage converters of a modular structure. Algorithms of calculation are given and, as an example, some results of automated research obtained using this method.

Conclusions. The analysis of the known methods of automated research of DC voltage converters of modular structure is carried out. Their advantages and disadvantages are given. It is shown that the most suitable method is based on the use of mathematical models describing electrical processes in DC voltage converters of this type. On the basis of the mathematical models presented in the second section of the work, algorithms and specialized software have been developed that allow them to be widely used in the automated research and design of modular-structured DC voltage converters.

1477. Mathematical model for decision making system based on three-segmented linear / V. M. Kuzmin, R. V. Khrashchevskyi, M. S. Kulik, O. B. Ivanets, M. Y. Zaliskyi, Y. V. Petrova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. - 2022. – № 3 (62). – P. 38-49.

Context. The problem of approximation of empirical data in the decision-making system in safety management. The object of the study was to verify the adequate coefficients of the mathematical model for data approximation using information technology.

Objective. The goal of the work is the creation adequate mathematical model using information technology on the bases analyze different approaches for approximating empirical data an that can be used to predict the current state of the operator in the flight safety system.

Method. A comparative analysis of the description of the transformation of information indicators with a non-standard structure. The following models of transformation of information indicators with similar visual representation are selected for comparison: parabolas of the second and third order, single regression and regression with jumps. It is proposed to use new approaches for approximation, based on the use of the criterion proposed by Kuzmin and the Heaviside function. The adequacy of the approximation was checked using these criteria, which allowed to choose an adequate mathematical model to describe the transformation of information indicators. The stages of obtaining a mathematical model were as follows: determining the minimum sum of squares of deviations for all information indicators simultaneously; use of the Heaviside function; optimization of the abscissa axis in certain areas; use of the linearity test. The obtained mathematical model adequately describes the process of transformation of information indicators, which will allow the process of forecasting changes in medical and biological indicators of operators in the performance of professional duties in aviation, as one of the methods of determining the human factor in a proactive approach in flight safety.

Results. The results of the study can be used during the construction of mathematical models to describe empirical data of this kind.

Conclusions. Experimental studies have suggested recommending the use of three-segment linear regression with jumps as an adequate mathematical model that can be used to formalize the description of empirical data with non-standard structure and can be used in practice to build models for predicting operator dysfunction as one of the causes of adverse events in aviation. Prospects for further research may be the creation of a multiparameter mathematical model that will predict the violation of the functional state of the operator by informative parameters, as well as experimental study of proposed mathematical approaches for a wide range of practical problems of different nature and dimension.

1478. Method of improving the accuracy of navigation mems data processing of uav inertial navigation system / O. D. Fesenko, R. O. Bieliakov, H. D. Radzivilov, O. V. Borysov, I. V. Borysov, T. M. Derkach, O. O. Kovalchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 196-207.

Context. Modern theory and practice of preparation and conduct of hostilities on land, at sea, in the air, and recently in cyber-space dictates the relentless modernization of military equipment. The development of fundamentally new weapons is carried out considering one of the main requirements – maximum automation of operational processes, which allows combatants to distance themselves from each other as much as possible. Among the newest models of armaments on the battlefield, due to the predominantly positional nature of the armed confrontation, unmanned aerial vehicles (UAVs) have become virtually indispensable due to their own multitasking. One of the ways to in-crease the efficiency of UAVs on the battlefield is to increase the level of technical perfection of flight control systems. Creating new approaches to the design of unmanned aerial vehicle navigation systems, in particular, based on a platformless inertial navigation system is an urgent task that will provide automatic control of the UAV flight route in the absence of corrective signals from the global satellite navigation system.

Objective. The purpose of this work is to develop a method for improving the accuracy of MEMC navigation data processing of an inertial navigation system of an unmanned aerial vehicle based on an advanced Madgwick filter. This method will increase the speed of data processing of navigation parameters and the accuracy of determining the positioning parameters in the space of the UAV through the use of an advanced Madgwick filter. The paper shows the developed block diagram of MEMS PINS filtration on the basis of the improved Madgwick filter, the de-tailed mathematical description of filtration processes is carried out. This method was tested experimentally in the MATLAB software environment using a real set of data collected during the flight of the UAV.

Method. To achieve this goal, the following methods were used: intelligent systems, theory of automatic control, pseudo-spectral method; methods based on genetic algorithm and fuzzy neural network apparatus.

Results. A method for improving the accuracy of MEMC navigation data processing of an inertial navigation system of an un-manned aerial vehicle based on an advanced Madgwick filter has been developed. The possibility of practical application of the obtained results and in comparison, with traditional methods is investigated. An experiment was performed in the MATLAB software environment, and a comparison was made with the method of processing navigation data based on the Madgwick filter and the Kalman filter.

Conclusions. The developed method of increasing the accuracy of MEMC navigation data processing of an inertial navigation system of an unmanned aerial vehicle based on an advanced Madgwick filter shows an advantage over known methods in the absence of corrective signals from the global satellite navigation system for accuracy and speed of navigation data processing.

1479. Moroz D. M. Module high-efficiency multiprocessor system with multidimensional aggregating of channels of network interface / D. M. Moroz // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. - 2022. - № 3 (62). - Р. 133-143.

Context. In modern terms problem of constructing of the multiprocessor systems the special value acquires the base of standard popular technologies and components. It is caused by that such systems became popular and cheap vehicle platforms for high-performance calculations. In addition, practice pulls out problems complete decision of which in most cases possibly only due to application of high-performance calculations. Consequently, a theme of constructing of the cluster multiprocessor systems for today is actual, interesting and is on the stage of the active development. At the same time, the new high-quality stage of development of the multiprocessor cluster systems lies in area of the use of new modern network technologies. Presently the problem of choice and analysis of network technologies for the module multiprocessor cluster systems did not get due development, as well as problem of reorganization of structure of network interface by aggregating of channels of network interface. Objective. An aim is in-process put improvement of structure and increase of the productivity of the multiprocessor computer system by the multidimensional aggregating of channels of network interface, adapted to the decision of tasks of the investigated class.

Method. The task of increase of efficiency of the module multiprocessor computer system is decided due to multidimensional aggregating of channels of network interface. Offered approach allowed not only to promote efficiency of parallelization but also substantially to decrease time of calculations. Such results succeeded to be attained due to diminishing to time of border exchange of data between the calculable knots of the cluster system.

Results. A feature offered approach is that he allowed to realize a direct exchange data between main memory of knots of the multiprocessor system, that promotes the fast-acting of calculations and provides high-speed access to memory of her slave -nodes. Thus during an exchange by data between the knots of the system the system CPU gets unloaded and loading of channel which passes between the knots of the computer system goes down, that assists diminishing of time of border exchange of data between the calculable knots of the system.

Conclusions. The results of the conducted experiments showed that the worked out multiprocessor system was used for creation of new technological processes. So, she is used in a fluidizer intensification of the spheroid zing annealing of long-length steelwork. Directly the technological process of heat treatment of metal acquires such advantages, as a high yield, substantial mionectic energy consumption and allows to carry out control of technological parameters in the modes of unisothermal treatment of metal.

1480. Multilingual text classifier using pre-trained universal sentence encoder model
 / O. V. Orlovskiy, S. Khalili, S. E. Ostapov, K. P. Hazdyuk, L. M. Shumylyak
 // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 3 (62). – Р. 102-108.

Context. Online platforms and environments continue to generate ever-increasing content. The task of automating the moderation of user-generated content continues to be relevant. Of particular note are cases in which, for one reason or another, there is a very small amount of data to teach the classifier. To achieve results under such conditions, it is important to involve the classifier pre-trained models, which were trained on a large amount of data from a wide range. This paper deals with the use of the pre-trained multilingual Universal Sentence Encoder (USE) model as a component of the developed classifier and the affect of hyperparameters on the classification accuracy when learning on a small data amount (~ 0.05% of the dataset).

Objective. The goal of this paper is the investigation of the pre-trained multilingual model and optimal hyperparameters influence for learning the text data classifier on the classification result.

Method. To solve this problem, a relatively new approach to few-shot learning has recently been used – learning with a relatively small number of examples. Since text data is still the dominant way of transmitting information, the study of the possibilities of constructing a classifier of text data when learning from a small number of examples (~ 0.002–0.05% of the data set) is an actual problem.

Results. It is shown that even with a small number of examples for learning (36 per class) due to the use of USE and optimal configuration in learning can achieve high accuracy of classification on English and Russian data, which is extremely important when it is impossible to collect your own large data set. The influence of the approach using USE and a set of different configurations of hyperparameters on the result of the text data classifier on the example of English and Russian data sets is evaluated.

Conclusions. During the experiments, a significant degree of relevance of the correct selection of hyperparameters is shown. In particular, this paper considered the batch size, optimizer, number of learning epochs and the percentage of data from the set taken to train the classifier. In the process of experimentation, the optimal configuration of hyperparameters was selected, according to which 86.46% accuracy of classification on the Russian-language data set and 91.13% on the English-language data, respectively, can be achieved in ten seconds of training (training time can be significantly affected by technical means used).

1481. Nedashkovskaya N. I. Method for weights calculation based on interval multiplicative pairwise comparison matrix in decision-making models / N. I. Nedashkovskaya // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 155-167.

Context. The pairwise comparison method is a component of several decision support methodologies such as the analytic hierarchy and network processes (AHP, ANP), PROMETHEE, TOPSIS and other. This method results in the weight vector of elements of decision-making model and is based on inversely symmetrical pairwise comparison matrices. The evaluation of the elements is carried out mainly by experts under conditions of uncertainty. Therefore, modifications of this method have been explored in recent years, which are based on fuzzy and interval pairwise comparison matrices (IPCMs).

Objective. The purpose of the work is to develop a modified method for calculation of crisp weights based on consistent and in-consistent multiplicative IPCMs of elements of decision-making model.

Method. The proposed modified method is based on consistent and inconsistent multiplicative IPCMs, fuzzy preference programming and results in more reliable weights for the elements of decision-making model in comparison with other known methods. The differences between the proposed method and the known ones are as follows: coefficients that characterize extended intervals for ratios of weights are introduced; membership functions of fuzzy preference relations are proposed, which depend on values of IPCM elements. The introduction of these coefficients and membership functions made it possible to prove the statement about the required coincidence of the calculated weights based on the “upper” and “lower” models. The introduced coefficients can be further used to find the most inconsistent IPCM elements.

Results. Experiments were performed with several IPCMs of different consistency level. The weights on the basis of the considered consistent and weakly consistent IPCMs obtained using the proposed and other known methods have determined the same rankings of the compared objects. Therefore, the results using the proposed method on the basis of such IPCMs do not contradict the results obtained for these types of IPCMs using other known methods. Rankings by the proposed method based on the considered highly inconsistent IPCMs are much closer to rankings based on the corresponding initial undisturbed IPCMs in comparison with rankings obtained using the known FPP method. The most inconsistent elements in the considered IPCMs are found.

Conclusions. The developed method has shown its efficiency, results in more reliable weights and can be used for a wide range of decision support problems, scenario analysis, priority calculation, resource allocation, evaluation of decision alternatives and criteria in various application areas.

1482. Nonlinear regression models for estimating the duration of software development in Java for PC based on the 2021 ISBSG data / S. B. Prykhodko, A. V. Pukhalevych, K. S. Prykhodko, L. M. Makarova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 144-154.

Context. The problem of estimating the duration of software development in Java for personal computers (PC) is important because, first, failed duration estimating is often the main contributor to failed software projects, second, Java is a popular language, and, third, a personal computer is a widespread multi-purpose computer. The object of the study is the process of estimating the duration of software development in Java for PC. The subject of the study is the nonlinear regression models to estimate the duration of software development in Java for PC.

Objective. The goal of the work is to build nonlinear regression models for estimating the duration of software development in Java for PC based on the normalizing transformations and deleting outliers in data to increase the confidence of the estimation in comparison to the ISBSG model for the PC platform.

Method. The models, confidence, and prediction intervals of nonlinear regressions to estimate the duration of software development in Java for PC are constructed based on the normalizing transformations for non-Gaussian data with the help of appropriate techniques. The techniques to build the models, confidence, and prediction intervals of nonlinear regressions are based on normalizing transformations. Also, we apply outlier removal for model construction. In general, the above leads to a reduction of the mean magnitude of relative error, the widths of the confidence, and prediction intervals in comparison to nonlinear models constructed without outlier removal application in the model construction process.

Results. A comparison of the model based on the decimal logarithm transformation with the nonlinear regression models based on the Johnson (for the SB family) and Box-Cox transformations as both univariate and bivariate ones has been performed.

Conclusions. The nonlinear regression model to estimate the duration of software development in Java for PC is constructed based on the decimal logarithm transformation. This model, in comparison with other nonlinear regression models, has smaller widths of the confidence and prediction intervals for effort values that are bigger than 900 person-hours. The prospects for further research may include the application of bivariate normalizing transformations and data sets to construct the nonlinear regression models for estimating the duration of software development in other languages for PC and other platforms, for example, mainframe.

1483. Optimization of swarm robotics algorithms / T. A. Vakaliuk, R. P. Kukharchuk, O. V. Zaika, A. V. Riabko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 66-76.

Context. Among the variety of tasks solved by robotics, one can single out a number of those for the solution of which small dimensions of work are desirable and sometimes necessary. To solve such problems, micro-robots with small dimensions are needed, the mass of which allows them to move freely in tight passages, in difficult weather conditions, and remain unnoticed. At the same time, the small dimensions of the microrobot also impose some indirect restrictions; therefore, it is better to use groups of microrobots for the solution of these problems. The efficiency of using groups of microrobots depends on the chosen control strategy and stochastic search algorithms for optimizing the control of a group (swarm) of microrobots.

Objective. The purpose of this work is to consider a group of swarm algorithms (methods) belonging to the class of metaheuristics. The group of these algorithms includes, in particular, the ant colony algorithm, the possibilities of which were investigated to solve the traveling salesman problem, which often arises when developing an algorithm for the behavior of a group of microrobots.

Method. At the first stage of the study, the main groups of parameters were identified that determine the flow and characterize the state at any time of the ant colony algorithm: input, control, disturbance parameters, output parameters. After identifying the main groups of parameters, an algorithm was developed, the advantage of which lies in scalability, as well as guaranteed convergence, which makes it possible to obtain an optimal solution regardless of the dimension of the graph. At the second stage, an algorithm was developed, the code of which was implemented in the MATLAB language. Computer experiments were carried out to determine the influence of input, control, output, and disturbance parameters on the convergence of the algorithm. Attention was paid to the main groups of indicators that determine the direction of the method and characterize the state of the swarm of microrobots at a given time. In the computational experiment, the number of ants placed in the nodes of the network, the amount of pheromone, the number of graph nodes were varied, the number of iterations to find the shortest path, and the execution time of the method were determined. The final test of modeling and performance of the method was carried out.

Results. Research has been carried out on the application of the ant algorithm for solving the traveling salesman problem for test graphs with a random arrangement of vertices; for a constant number of vertices and a change in the number of ants, for a constant number of vertices at different values of the coefficient Q ; to solve the traveling salesman problem for a constant number of vertices at different values of the pheromone evaporation coefficient p ; for a different number of graph vertices. The results showed that ant methods find good traveling salesman routes much faster than clear-cut combinatorial optimization methods. The dependence of the search time and the found optimal route on the values of control parameters are established using the example of test networks for a different number of graph vertices and iterations.

Conclusions. The studies were carried out to make it possible to give recommendations on the application of the ant colony algorithm to control a group (swarm) of microrobots.

1484. Poliakov M. O. Behavior classification of control unit of systems / M. O. Poliakov
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 183-195.

Context. The behavior of the system is included in the basic concepts that characterize its functioning. In an event-driven system, behavior is modeled using a state machine. Known classifications of behavior take into account the genus and type of automaton. At the same time, in modern systems, control automata are integrated into hierarchies and have a number of new properties that are not reflected in their classifications.

Objective. The purpose of the work is to systematize the forms of specifying the behavior of integrated systems and methods for changing the behavior in the process of their use. The novelty of the proposed classification lies in taking into account the behavior of new types of non-binary, semantic, controlled and changeable individual automata and the structures of these automata.

Method. The essence of behavior is presented as the ambiguity of reactions to the input signals of the control automaton, which manifests itself in a certain pattern of changing its states and outputs. When classifying behaviors, the expediency of exploratory behavior is determined. Such ways of achieving the goal as adaptation, change or absorption of the environment, change in the goals of behavior are noted. According to the level of complexity of behavior, systems with predetermined, regulated, organizing, predictable and autonomous behavior are distinguished. Along with the automaton model of behavior, the importance of modeling behavior in the form of a combination of statements is noted. The importance of describing the possible and emergency behavior of the system is noted. A classification of the system's behavior in terms of constancy and variability is proposed. The structure and principles of the implementation of changeable behavior within the framework of the processes of external control of the automaton and its self-government are described. Based on the concept of arity of behavior, the functional and technological behavior of a finite automaton are singled out. As part of the classification of behavior by the level of formation, the switching, combinational and automatic behavior of states, as well as the behavior of the automaton in the contours of activity and the typical behavior of the automaton in the hierarchy, are described. Experiments. With the use of the proposed classification features, the behavior of control devices of monitoring systems for power transformer parameters, object temperature control and integrated hierarchical systems is analyzed.

Results. The proposed classification describes the directions for specifying behavior in complex integrated systems according to 13 main and 84 detailing features, which facilitates the process of designing behavior and highlights new system capabilities.

Conclusions. The actual problem of systematization of the behavior of control devices of systems has been solved. Classification features give directions for the use of standard solutions for describing the behavior of the system, which simplifies the process and reduces the complexity of designing its functional structure.

1485. Shved A. V. Outlier detection technique for heterogeneous data using trimmed-mean robust estimators / A. V. Shved, Y. O. Davydenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 3 (62). – P. 50-57.

Context. Fortunately, the most commonly used in parametric statistics assumptions such as normality, linearity, independence, are not always fulfilled in real practice. The main reason for this is the appearance of observations in data samples that differ from the bulk of the data, as a result of which the sample becomes heterogeneous. The application in such conditions of generally accepted estimation procedures, for example, the sample mean, entails the bias increasing and the effectiveness decreasing of the estimates obtained. This, in turn, raises the problem of finding possible solutions to the problem of processing data sets that include outliers, especially in small samples. The object of the study is the process of detecting and excluding anomalous objects from the heterogeneous data sets.

Objective. The goal of the work is to develop a procedure for anomaly detection in heterogeneous data sets, and the rationale for using a number of trimmed-mean robust estimators as a statistical measure of the location parameter of distorted parametric distribution models.

Method. The problems of analysis (processing) of heterogeneous data containing outliers, sharply distinguished, suspicious observations are considered. The possibilities of using robust estimation methods for processing heterogeneous data have been analyzed. A procedure for identification and extraction of outliers caused by measurement errors, hidden equipment defects, experimental conditions, etc. has been proposed. The proposed approach is based on the procedure of symmetric and asymmetric truncation of the ranked set obtained from the initial sample of measurement data, based on the methods of robust statistics. For a reasonable choice of the value of the truncation coefficient, it is proposed to use adaptive robust procedures. Observations that fell into the zone of smallest and lowest ordinal statistics are considered outliers.

Results. The proposed approach allows, in contrast to the traditional criteria for identifying outlying observations, such as the Smirnov (Grubbs) criterion, the Dixon criterion, etc., to split the analyzed set of data into a homogeneous component and identify the set of outlying observations, assuming that their share in the total set of analyzed data is unknown.

Conclusions. The article proposes the use of robust statistics methods for the formation of supposed zones containing homogeneous and outlying observations in the ranked set, built on the basis of the initial sample of the analyzed data. It is proposed to use a complex of adaptive robust procedures to establish the expected truncation levels that form the zones of outlying observations in the region of the lowest and smallest order statistics of the ranked dataset. The final level of truncation of the ranked dataset is refined on the basis of existing criteria that allow checking the boundary observations (minimum and maximum) for outliers.

№ 4

1486. Абрамович А. О. Удосконалення вихрострумового ідентифікатора металів на основі кореляційного підходу / А. О. Абрамович // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 4 (63). – С. 7-17.

Актуальність. В статті розглянуто задачу удосконалення вихрострумового пристрою ідентифікації металів на основі кореляційного підходу. Такий підхід є зручним для накопичення бази даних відомих провідних матеріалів, а також для порівняння сигналу від невідомого металевого предмета з наявними в базі еталонами. Запропонований підхід дозволяє визначити тип металу, з якого виконаний зразок, без пошкодження його поверхні.

Метою роботи є ідентифікація металів за типом по сигналам-відгукам від вихрострумового перетворювача, завдяки ви-явленню нових інформативних ознак та створенню бази образів металів.

Метод. В роботі наведено результати експериментального дослідження запропонованого підходу підвищення достовірності ідентифікації металевих предметів, які виявляються за допомогою вихрострумового пристрою. Дані дослідження про-ведені на основі радіотехнічної системи, яка працює на вихрострумовому принципі та має низькочастотні магнітні рамочні антени. Вихрострумовий метод дозволяє проводити ідентифікацію металів за типом дистанційно та без пошкодження їхньої поверхні, на відміну від рентгено-флуоресцентного, оптико-емісійного чи хімічного методів. Запропоновано кореляційний підхід для обробки спектру сигналу-відгуку від прихованого металевого предмету. Кореляційний підхід дозволяє підвищити достовірність ідентифікації металів за типом при обробці сигналу в спектральній області на основі перетворення Фур'є. Проведені дослідження на прикладі металів, які мають близькі спектральні характеристики (срібло, золото, свинець). Запронований підхід дозволив збільшити відсоткову різницю між інформаційними параметрами сигналів – відгуків з 1,87% до 5,02% для срібла і золота, з 2,24% до 4,34% для срібла і свинцю та з 0,36% до 0,7% для золота і свинцю.

Результати. Розроблена радіотехнічна система є лабораторним макетом, який складається з аналогової частини та цифрової. Аналогова частина – це блок антен, підсилювач сигналу та смуговий фільтр, цифрова частина – мікроконтролер із АЦП для оцифровування та передачі даних на ноутбук, що програмно реалізує запропоновані підходи з обробки сигналу. В роботі експериментально підтверджена можливість використання радіотехнічної системи для вирішення задачі ідентифікації металу в рамках підмножини немагнітних і магнітних матеріалів.

Висновки. Розвиток сучасних вихрострумових пристроїв відбувається у напрямку підвищення достовірності ідентифікації прихованих металевих об'єктів, що є актуальним при проведенні геофізичної розвідки, в археології, а також в силових структурах під час пошуків прихованих металів. Розроблення та вдосконалення таких систем включає в себе як розробку апаратної частини так і виявлення нових інформаційних параметрів в сигналах-відгуках від металів. Одним з таких напрямків може бути кореляційний підхід до обробки сигналів в спектральній області.

1487. Бодянський Є. В. Кластеризація масивів даних на основі комбінованої оптимізації функцій щільності розподілу та еволюційного методу котячих зграй / Є. В. Бодянський, І. П. Плісс, А. Ю. Шафроненко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – С. 61-70.

Актуальність. Задача кластеризації масивів спостережень довільної природи є невід'ємною частиною *Data Mining*, а у більш загальному випадку *Data Science*, для її вирішення запропонована дуже велика кількість підходів, що відрізняються між собою як апріорними припущеннями що до фізичної природи даних та задачі, так і математичним апаратом. З обчислювальної точки зору задача кластеризації перетворюється у проблему пошуку локальних екстремумів багатоекстремальної функції векторного аргументу щільності за допомогою градієнтних процедур, які багатократно запускаються з різних точок вихідного масиву даних. Пришвидшити процес пошуку цих екстремумів можна, скориставшись ідеями еволюційної оптимізації, що включає в себе алгоритми, інспіровані природою, ройові алгоритми, популяційні алгоритми, тощо.

Мета. Мета роботи полягає у запровадженні процедури кластеризації даних на основі піків щільності розподілу даних та еволюційного методу котячих зграй, що об'єднує в собі основні переваги методів роботи з даними за умов, якщо класи перетинаються, характеризується якісною кластеризацією, високою швидкістю та точністю отриманих результатів.

Метод. Введено метод кластеризації масивів даних на основі комбінованої оптимізації функцій щільності розподілу та еволюційного методу котячих зграй. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач в умовах коли кластери перетинаються.

Результати. Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов перетинних кластерів та дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці для вирішення проблем автоматичної кластеризації великих даних.

Висновки. Введено метод кластеризації масивів даних на основі комбінованої оптимізації функцій щільності розподілу та еволюційного методу котячих зграй. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач в умовах коли кластери перетинаються. Метод є досить простим з точки зору чисельної реалізації і не є критичним до вибору оптимізаційної процедури. Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов кластерів, що перетинаються.

1488. Квантові цифро-аналогові обчислення / Г. В. Хаханова, С. В. Чумаченко, Д. Ю. Рахліс, І. В. Хаханов, В. І. Хаханов // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 4 (63). – С. 40-60.

Актуальність. Природа є відношення між процесами та явищами. Ніщо не існує у Всесвіті без відношень. Комп'ютер – транзакції відношень між даними за допомогою механізмів управління та виконання. Квантові відношення є суперпозиція частинок та їх станів. Суперпозиція та сплутаність – еквівалентні поняття. Сплутаність – нелокальна суперпозиція детермінованих станів. Квантовий комп'ютер – безумовні транзакції відношень між кубітними даними. Квантовий комп'ютер – аналоговий пристрій для паралельного вирішення комбінаторних задач. Практично орієнтовані визначення понять квантового комп'ютера є шлях до розробки масштабованих квантових паралельних алгоритмів для розв'язання комбінаторних задач. Будь-який алгоритм можна звести до послідовності операцій без умов, бо будь-яка таблиця істинності є сукупність повної системи умов-станів. Будь-яку послідовність дій завжди можна звести до однієї паралельної операції. Умови та послідовності виникають лише у випадку, коли розробник бажає скористатися раніше створеними примітивами-конструкціями для побудови завжди неоптимального обчислювача. Детермінована парадигма створення квантового комп'ютера шляхом використання фотонних транзакцій на електронах атома може виключати використання квантової логіки. Еволюційний шлях квантового комп'ютингу з класичного: «пам'ять-адреса-транзакція» (memory-address-transaction, MAT) → «електрон-адреса-транзакція» (electron-address-transaction) → «електрон-адреса-квантація» (electron-address-quantaction, EAQ) → стан-суперпозиція-логіка (state-superposition-logic). Точка зустрічі класичного та квантового комп'ютингу – фотонні транзакції на структурі електронів. Все, що обчислюється на квантовому комп'ютері, можна паралельно прорахувати на класичному за рахунок надмірності пам'яті. Наводиться приклад – алгоритм на основі пам'яті (memory-driven) для моделювання цифрових виробів на основі кубітно-векторних форм опису функціональностей для суттєвого підвищення продуктивності обчислювальних процесів шляхом паралельного виконання логічних операцій.

Мета. Моделювання ісправної поведінки SoC компонентів на основі векторного подання логіки, формування тригерного розвитку комп'ютингу на основі суперпозиції класичного, квантового та аналогового обчислювального процесу, який у своєму розвитку має спиратися на технологічні кубітні, табличні та векторні структури даних для паралельного вирішення комбінаторних задач.

Метод. MAT-комп'ютинг реалізує будь-які алгоритми за рахунок транзакцій (читання-запис) на пам'яті. Кубітно-векторні моделі опису функціональностей, які відрізняються від відомих таблиць істинності компактністю опису та технологічністю для реалізації паралельних алгоритмів синтезу та аналізу цифрових пристроїв та SoC-компонентів.

Результати. 1) Вперше запропоновано метрику технологічних структур даних, орієнтована на паралельний пошук несправностей у цифрових системах на основі використання двох логічних векторних операцій. 2) Дістала подальшого розвитку метрика відношень між окремими компонентами QC (relations), що дозволяє організувати квантовий детермінований комп'ютинг. 3) Вперше запропоновано квантові архітектурні рішення, що дозволяють розв'язувати задачі покриття у квазіпаралельному режимі. 4) Отримали подальший розвиток архітектурні рішення на основі аналого-цифрового комп'ютингу, що можуть бути використані для паралельного розв'язання задач аналізу цифрових систем. 5) Запропоновано векторно-кубітні структури даних логіки, що дозволяють квазіпаралельно моделювати цифрові схеми.

Висновки. Реалізовано кубітні моделі, квантові методи та комбінаторні алгоритми технічного діагностування цифрових пристроїв, які дають можливість суттєво (до 25 %) зменшити час синтезу тестів, дедуктивного моделювання несправностей та справної поведінки, пошуку дефектних станів за рахунок впровадження інноваційної ідеї використання кубітно-векторних структур даних для опису логічних компонентів. Порівняльні оцінки використання кубітних моделей та методів показують підвищення ефективності алгоритмів моделювання цифрових пристроїв порівняно з табличними. Інтегрально представлена суперпозиція класичного, квантового та аналогового комп'ютингу, що дає можливість знаходити найкращі розв'язки для розпізнавання та прийняття рішень.

1489. Холодна Н. М. Технологія ідентифікації рерайту в текстовому контенті на основі методів машинного навчання / Н. М. Холодна, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 4 (63). – С. 126-148.

Актуальність. Перефразований текстовий контент або рерайт є однією із складних проблем виявлення академічного плагіату. Більшість систем ідентифікації плагіату призначені для виявлення спільних слів, послідовності лінгвістичних одиниць та незначних змін, але не здатні виявити суттєві семантичні та структурні зміни. Тому більшість випадків плагіату із застосуванням перефразування залишаються непоміченими.

Мета – розроблення технології виявлення перефразувань у тексті на основі моделі класифікації та методів машинного навчання через використання сіамської нейронної мережі на основі рекурентних та типу Transformer – RoBERTa для аналізу рівня подібності речень текстового контенту.

Метод. Для даного дослідження у якості ознак обрані такі метрики семантичної подібності або показники: коефіцієнт Жаккара для спільних N-грам, косинусна відстань між векторними поданнями речень, Word Mover's Distance, відстані за словниками WordNet, передбачення двох ML-моделей: сіамської нейронної мережі на основі рекурентних та типу Transformer – RoBERTa.

Результати. Розроблено інтелектуальну систему виявлення перефразувань у тексті на основі моделі класифікації та методів машинного навчання. Розроблена система використовує принцип стекінгу моделей і інжиніринг ознак (feature engineering). Додаткові ознаки вказують на семантичну приналежність речень або нормовану кількість спільних N-грам. Додатково налаштована (fine-tuned) нейронної мережі RoBERTa (із додатковими повнозв'язними шарами) має меншу чутливість до пар речень, що не є перефразуваннями один одного. Така специфічність моделі може сприяти неправильному звинуваченню у плагіаті або некоректному об'єднанню згенерованого користувачами контенту. Додаткові ознаки збільшують як загальну точність класифікації, так і чутливість моделі до пар тих речень, що не є перефразуваннями один одного.

Висновки. Створена модель показує відмінні результати класифікації на тестових даних PAWS: зважена влучність (precision) – 93%, зважена повнота (recall) – 92%, F-міра (F1-score) – 92%, точність (accuracy) – 92%. Результати дослідження показали, що NN типу Transformer можуть бути успішно застосовані для виявлення перефразувань у парі текстів із досить високою точністю без потреби додаткового генерування ознак.

1490. Danshyna S. Y. Information technology of transport infrastructure monitoring based on remote sensing / S. Y. Danshyna, A. S. Nechausov, S. M. Andrieiev // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 86-97.

Context. In the light of current road network monitoring practices, this study aims to explore the capability of remote sensing technologies to solve the problems of increasing the objectivity of preliminary evaluations of the condition of the infrastructure as a whole. The object of the study was to process the monitoring of transport infrastructure (TI) to find ways to improve it in the implementation of development projects.

Objective. The goal of the work is to increase objectivity of decision-making on the evaluation, reconstruction, development of the transport network structure due to the visual presentation and disclosure of open data for monitoring the transport value.

Method. Existing approaches to TI monitoring and evaluating its condition are analyzed. The identified shortcomings, as well as the development of remote sensing technologies, open up prospects for the use of remote sensing data in the TI monitoring process. A set-theoretic model of the monitoring process information flows is proposed, the consistent refinement of the elements of which made it possible to develop information technology (IT). Formation of a set of input and output parameters of IT, the set of its operations, their representation with IDEFX-models set explains how a set of heterogeneous (graphic, text, digital, cartographic, etc.) data about TI elements coming from different sources are processed and presented to support decision-making on the survey of existing infrastructure and its improvement. The developed IT makes it possible to obtain complex indicators for analyzing the TI of a particular area, to solve the problems of inventorying objects, TI and its elements modeling, taking into account the physical and geo-graphical location, which makes it possible to consider it as an auxiliary tool that complements existing methods of TI monitoring.

Results. The developed IT was studied in solving the problem of monitoring the TI section of the Kharkiv region using satellite imagery of medium (Sentinel-2) and high (SuperView-1) resolution and the results of laser survey of the road bridge across the river Mzha (as an element of infrastructure).

Conclusions. The conducted experiments confirmed the operability of the proposed information technology and showed expediency of its practical use in solving the problems of obtaining generalizing characteristics of the infrastructure, inventory of TI objects and their modeling. This opens up opportunities for substantiating project decisions for the reconstruction of the transport network and planning procedures for examining its condition. Prospects for further research may include: creating reference models of TI objects, expanding the table of decryption signs of road transport infrastructure objects, integrating remote data, survey results of TI sections and engineering surveys of objects to obtain evaluations of the condition of TI in general.

1491. Kozhukhivskiy A. D. Risk assessment modeling of ERP-systems / A. D. Kozhukhivskiy, O. A. Kozhukhivska // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 149-161.

Context. Because assessing security risks is a complex and complete uncertainty process, and uncertainties are a major factor influencing valuation performance, it is advisable to use fuzzy methods and models that are adaptive to noncomputed data. The formation of vague assessments of risk factors is subjective, and risk assessment depends on the practical results obtained in the process of processing the risks of threats that have already arisen during the functioning of the organization and experience of security professionals. Therefore, it will be advisable to use models that can adequately assess fuzzy factors and have the ability to adjust their impact on risk assessment. The greatest performance indicators for solving such problems are neuro-fuzzy models that combine methods of fuzzy logic and artificial neural networks and systems, i.e. "human-like" style of considerations of fuzzy systems with training and simulation of mental phenomena of neural networks. To build a model for calculating the risk assessment of security, it is proposed to use a fuzzy product model. Fuzzy product models (Rule-Based Fuzzy Models/Systems) this is a common type of fuzzy models used to describe, analyze and simulate complex systems and processes that are poorly formalized.

Objective. Development of a fuzzy model of quality of security risk assessment and protection of ERP systems through the use of fuzzy neural models.

Method. To build a model for calculating the risk assessment of security, it is proposed to use a fuzzy product model. Fuzzy product models are a common kind of fuzzy models used to describe, analyze and model complex systems and processes that are poorly formalized.

Results. Identified factors influencing risk assessment suggest the use of linguistic variables to describe them and use fuzzy variables to assess their qualities, as well as a system of qualitative assessments. The choice of parameters was substantiated and a fuzzy product model of risk assessment and a database of rules of fuzzy logical conclusion using the MATLAB application package and the Fuzzy Logic Toolbox extension package was implemented, as well as improved by introducing the adaptability of the model to experimental data by introducing neuro-fuzzy components into the model. The use of fuzzy models to solve the problems of security risk assessment, as well as the concept and construction of ERP systems and the analyzed problems of their security and vulnerabilities are considered.

Conclusions. A fuzzy model has been developed risk assessment of the ERP system. Selected a list of factors affecting the risk of security. Methods of risk assessment of information resources and ERP-systems in general, assessment of financial losses from the implementation of threats, determination of the type of risk according to its assessment for the formation of recommendations on their processing in order to maintain the level of protection of the ERP-system are proposed. The list of linguistic variables of the model is defined. The structure of the database of fuzzy product rules – MISO-structure is chosen. The structure of the fuzzy model was built. Fuzzy variable models have been identified.

1492. Krasnobayev V. A. Methods for tabular implementation of arithmetic operations of the residues of two numbers represented in the system of residual classes / V. A. Krasnobayev, A. S. Yanko, D. M. Kovalchuk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 18-28.

Context. Implementation of modular arithmetic operations of addition, subtraction and multiplication by a tabular method based on the use of the tabular multiplication code. The object of the study is the process of tabular implementation of basic arithmetic operations on the residues of numbers represented in the system of residual classes.

Objective. The goal of the work is to develop methods for the tabular implementation of the arithmetic operations of multiplication, addition and subtraction of the residues of two numbers based on the use of the tabular multiplication code.

Method. Tabular methods for implementing integer arithmetic modular operations of addition, subtraction and multiplication are proposed for consideration. In order to reduce the amount of equipment for a tabular operating unit of computer systems that implements modular operations of addition, subtraction and multiplication by reducing the coincidence circuits AND in the nodes of the tables for implementing arithmetic operations based on the code of table multiplication, two methods for performing arithmetic modular operations of addition and subtraction have been developed. These methods are based on the code of tabular multiplication, the use of which will reduce the amount of equipment of the tabular operating unit. Thus, despite the difference in the digital structure of the tables of modular operations of addition, subtraction and multiplication based on the use of the tabular multiplication code, two new tabular methods for implementing arithmetic modular operations of addition and subtraction have been created. Based on them, algorithms for tabular execution of modular arithmetic operations of addition and subtraction have been developed. Using these algorithms, it is possible to synthesize a structurally simple, highly reliable and fast table operating unit that operates in a system of residual classes, which is based on three separate permanent storage devices (read-only memory), each of which implements only one fourth of the corresponding complete table of values of the modular operation, what is earlier in the theory tabular arithmetic was supposed to be impossible.

Results. The developed methods are justified theoretically and studied when performing arithmetic modular operations of addition, subtraction and multiplication using tabular procedures.

Conclusions. The conducted examples of the implementation of integer arithmetic modular operations of addition and subtraction can be considered as presented experiments. The results obtained make it possible to recommend them for use in practice in the design of computer systems operating in a non-positional number system in residual classes. Prospects for further research may be to create a tabular method for implementing integer arithmetic modular division operations based on the use of the tabular multiplication code.

1493. Kungurtsev O. B. Determination of inheritance relations and restructuring of software class models in the process of developing information systems / O. B. Kungurtsev, A. I. Vytova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 98-106.

Context. The implementation of different use-cases may be performed by different development teams at different times. This results in a poorly structured code. The problem is exacerbated when developing medium and large projects in a short time.

Objective. Since inheritance is one of the effective ways to structure and improve the quality of code, the aim of the study is to determine possible inheritance relationships for a variety of class models.

Method. It is proposed to select from the entire set of classes representing the class model at a certain design stage, subsets for which a common parent class (in a particular case, an abstract class) is possible. To solve the problem, signs of the generality of classes have been formulated. The mathematical model of the conceptual class has been improved by including information about the responsibilities of the class, its methods and attributes. The connection of each class with the script items for which it is used has been established. A system of data types for class model elements is proposed. Description of class method signatures has been extended. A method for restructuring the class model, which involves 3 stages, has been developed. At the first stage, the proximity coefficients of classes are determined. At the second, subsets of possible child classes are created. At the third stage, an automated transformation of the class structure is performed, considering the identified inheritance relationships.

Results. A software product for conducting experiments to identify possible inheritance relationships depending on the number of classes and the degree of their similarity has been developed. The results of the conducted tests showed the effectiveness of the decisions made.

Conclusions. The method uses an algorithm for forming subsets of classes that can have one parent and an algorithm for automatically creating and converting classes to build a two-level class hierarchy. An experiment showed a threefold reduction in errors in detecting inheritance and a multiple reduction in time in comparison with the existing technology.

1494. Pershyna I. I. Restoration of discontinuous functions by discontinuous interlination splines / I. I. Pershyna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 29-39.

Context. The problem of development and research of methods for approximation of discontinuous functions by discontinuous interlination splines and its further application to problems of computed tomography. The object of the study was the modeling of objects with a discontinuous internal structure.

Objective. The aim of this study is to develop a general method for constructing discontinuous interlining polynomial splines, which, as a special case, include discontinuous and continuously differentiated splines.

Method. Modern methods of restoring functions are characterized by new approaches to obtaining, processing and analyzing information. There is a need to build mathematical models in which information can be represented not only by function values at points, but also in the form of a set of function traces on planes or straight lines. At the same time, practice shows that among the multidimensional objects that need to be investigated, more problems are described by a discontinuous functions. The paper develops a general method for constructing discontinuous interlining polynomial splines, which, as a special case, include discontinuous and continuously differentiable splines. It is considered that the domain of the definition of the required two-dimensional function is divided into rectangular elements. Theorems on interlination and approximation properties of such discontinuous constructions are formulated and proved. The method is developed for approximating discontinuous functions of two variables based on the constructed discontinuous splines. The input data are the traces of an unknown function along a given system of mutually perpendicular straight lines. The proposed method has not only theoretical significance but also practical application in the IT domain, especially in computing tomography, allowing more accurately restore the internal structure of the body.

Results. The discontinuous interlination operator from known traces of the function of two variables on a system of mutually perpendicular straight lines is researched.

Conclusions. The functions of two variables that are discontinuous at some points or on some lines are better approximated by discontinuous spline interlinants. At the same time, equally high approximation estimates can be obtained. The results obtained have significant advantages over existing methods of interpolation and approximation of discontinuous functions. In further research, the authors plan to develop a theory of discontinuous splines on areas of complex shape bounded by arcs of known curves.

1495. Subbotin S. A. Data clustering based on inductive learning of neuro-fuzzy network with distance hashing / S. A. Subbotin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2022. – № 4 (63). – P. 71-85.

Context. Cluster analysis is widely used to analyze data of various nature and dimensions. However, the known methods of cluster analysis are characterized by low speed and are demanding on computer memory resources due to the need to calculate pairwise distances between instances in a multidimensional feature space. In addition, the results of known methods of cluster analysis are difficult for human perception and analysis with a large number of features.

Objective. The purpose of the work is to increase the speed of cluster analysis, the interpretability of the resulting partition into clusters, as well as to reduce the requirements of cluster analysis to computer memory.

Method. A method for cluster analysis of multidimensional data is proposed, which for each instance calculates its hash based on the distance to the conditional center of coordinates, uses a one-dimensional coordinate along the hash axis to determine the distances between instances, considers the resulting hash as a pseudo-output feature, breaking it into intervals, which matches the labels pseudo-classes – clusters, having received a rough crisp partition of the feature space and sample instances, automatically generates a partition of input features into fuzzy terms, determines the rules for referring instances to clusters and, as a result, forms a fuzzy inference system of the Mamdani-Zadeh classifier type, which is further trained in the form of a neuro-fuzzy network to ensure acceptable values of the clustering quality functional. This makes it possible to reduce the number of terms and features used, to evaluate their contribution to making decisions about assigning instances to clusters, to increase the speed of data cluster analysis, and to increase the interpretability of the resulting data splitting into clusters.

Results. The mathematical support for solving the problem of cluster data analysis in conditions of large data dimensions has been developed. The experiments confirmed the operability of the developed mathematical support have been carried out.

Conclusions. The developed method and its software implementation can be recommended for use in practice in the problems of analyzing data of various nature and dimensions.

1496. Sulema Y. S. Synthesis of the symbologies of multicolor interference-resistant bar codes on the base of multi-valued BCH codes / Y. S. Sulema, L. V. Drozdenko, A. I. Dychka // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 107-118.

Context. The problem of constructing a set of barcode patterns for multicolor barcodes that are resistant to distortions of one or two elements within each pattern is considered.

Objective The goal of the work is ensuring the reliability of the reading of multi-color barcode images.

Method. A multicolor barcode pattern has the property of interference immunity if its digital equivalent (vector) is a codeword of a multi-valued (non-binary) correcting code capable to correct errors (distortions of the pattern elements). It is shown that the construction of barcode patterns should be performed on the basis of a multi-valued correcting BCH code capable to correct two errors. A method is proposed for constructing a set of interference-resistant barcode patterns of a given capacity, which ensure reliable re-production of data when they are read from a carrier. A procedure for encoding data with a multi-valued BCH code based on the generator matrix of the code using operations by the modulo of a prime number has been developed. A new method of constructing the check matrix of the multivalued BCH code based on the vector representation of the elements of the finite field is proposed. A generalized algorithm for generating symbologies of a multi-color barcode with the possibility of correcting double errors in barcode patterns has been developed. The method also makes it possible to build symbology of a given capacity based on shortened BCH codes. A method of reducing the generator and check matrices of a multi-valued full BCH code to obtain a shortened code of a given length is proposed. It is shown that, in addition to correction double errors, multi-valued BCH codes also make it possible to detect errors of higher multiplicity – this property is enhanced when using shortened BCH codes. The method provides for the construction of a family of multicolor noise-immune barcodes.

Results. On the basis of the developed software tools, statistical data were obtained that characterize the ability of multi-valued BCH codes to detect and correct errors, and on their basis to design multi-color interference-resistant bar codes.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the operability of the proposed algorithmic tools and allow to recommend it for use in practice for developing interference-resistant multi-color barcodes in automatic identification systems.

1497. Turbal Y. V. Permanent decomposition algorithm for the combinatorial objects generation / Y. V. Turbal, S. V. Babych, N. E. Kunanets // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – № 4 (63). – P. 119-125.

Context. The problem of generating vectors consisting of different representatives of a given set of sets is considered. Such problems arise, in particular, in scheduling theory, when scheduling appointments. A special case of this problem is the problem of generating permutations. *Objective.* Problem is considered from the point of view of a permanent approach and a well-known one, based on the concept of lexicographic order.

Method. In many tasks, it becomes necessary to generate various combinatorial objects: permutations, combinations with and without repetitions, various subsets. In this paper we consider a new approach to the combinatorial objects generation, which is based on the procedure of the permanent decomposition. Permanent is built for the special matrix of incidence. The main idea of this approach is including to the process of the algebraic permanent decomposition by row additional function for the column identifiers writing into corresponding data structures. In this case, the algebraic permanent is not calculated, but we get a specific recursive algorithm for generating a combinatorial object. The computational complexity of this algorithm is analyzed.

Results. It is investigated a new approach to the generation of complex combinatorial objects, based on the procedure of decomposition of the modified permanent of the incidence matrix by line with memorization of index elements.

Conclusions. The permanent algorithms of the combinatorial objects generation is investigated. The complexity of our approach in the case of permutation is compared with the lexicographic algorithm and the Johnson-Trotter algorithm. The obtained results showed that our algorithm belongs to the same complexity class as the lexicographic algorithm and the Johnson-Trotter method. Numerical results confirmed the effectiveness of our approach.

Радіоелектроніка. Інформатика. Управління 2023

№ 1

1498. Холодна Н. М. Технологія виправлення граматичних помилок в україномовному текстовому контенті на основі методів машинного навчання / Н. М. Холодна, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 1 (64). – С. 114-140.

Актуальність. Більшість досліджень у напрямі виправлення граматичних та стилістичних помилок зосереджені на корекції помилок в англомовному текстовому контенті. Завдяки наявності великих наборів даних досягнуто суттєвого підвищення точності корекції граматики англійської мови. На жаль, досліджень інших мов мало. Системи в для англійської мови постійно розвиваються і наразі активно використовують методи машинного навчання: класифікацію (sequence tagging) та машинний переклад. Для створення якісної моделі машинного навчання для корекції граматичних/стилістичних помилок у текстах тих мов, які є складними морфологічно, необхідна велика кількість паралельних або вручну розмічених даних. Ручна анотація даних вимагає багато зусиль професійних лінгвістів, що робить створення корпусів текстів, особливо морфологічно багатих мов, зокрема, української, часо- та ресурсозатратним процесом.

Мета – є розроблення технології виправлення помилок в українськомовних текстах на основі методів машинного навчання з використанням невеликого набору анотованих паралельних даних.

Метод. Для даного дослідження при розробці системи корекції помилок в україномовних текстах із застосуванням оптимального конвеєру (pipeline), що включає в себе попереднє опрацювання текстового контенту, вибір та генерування ознак, обрані алгоритми машинного навчання, в умовах наявності невеликих за обсягом корпусів анотованих даних. Застосування нейронних мереж з новою архітектурою, огляд state-of-the-art методів та порівняння різних етапів конвеєру дасть змогу визначити таку їх комбінацію, яка дозволить отримати якісну модель корекції помилок в україномовних текстах.

Результати. Розроблено модель машинного навчання для корекції помилок в україномовних текстах. Запропоновано універсальну схему розробки системи корекції помилок для різних мов. Відповідно до отриманих результатів, нейронна мережа має здатність виправляти прості речення, написані українською, однак розроблення повноцінної системи вимагатиме застосування перевірки орфографії за допомогою словників і перевірки правил, як простих, так і заснованих на результаті парсингу залежностей або інших ознак. З-поміж трьох моделей, найкращі показники має попередньо навчена модель нейронного перекладу mT5. З метою економії обчислювальних ресурсів можливим також є застосування попередньо навченої нейронної мережі типу BERT, використовуючи її як у якості енкодера, так і декодера. Така нейронна мережа має вдвічі менше параметрів, ніж інші попередньо навчені моделі машинного перекладу, і показує задовільні результати при виправленні граматичних та стилістичних помилок.

Висновки. Створена модель показує відмінні результати класифікації на тестових даних. Розраховані метрики якості машинного перекладу дають змогу лише частково порівняти моделі, оскільки більшість слів і словосполучень у початковому та виправленому реченні співпадають. Найкраще значення як BLEU (0.908), так і METEOR (0.956) отримано для mT5, що співпадає із аналізом прикладів, у якому найбільш точні виправлення помилок без зміни початкового значення речення отримані для такої нейронної мережі. M2M100 має більшу оцінку BLEU (0.847), ніж “Ukrainian Roberta” Encoder-Decoder (0.697), однак, суб’єктивно оцінюючи результати виправлення прикладів, M2M100 значно гірше справляється із подібним завданням, ніж дві інші моделі. Для METEOR також M2M100 (0.925) має більшу оцінку, ніж “Ukrainian Roberta” Encoder-Decoder (0.876).

1499. Шафроненко А. Ю. Кластеризація масивів даних на основі модифікованого алгоритму сірого вовка / А. Ю. Шафроненко, Є. В. Бодянський, О. О. Головін // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – С. 73-79.

Актуальність. Задача кластеризації масивів багатовимірних даних, основною метою якої є знаходження однорідних у сенсі прийнятої метрики класів спостережень, є важливою частиною інтелектуального аналізу даних Data Mining. З обчислювальної точки зору задача кластеризації перетворюється у проблему пошуку локальних екстремумів багатоекстремальної функції, які багатократно запускаються з різних точок вихідного масиву даних. Пришвидшити процес пошуку цих екстремумів можна, скориставшись ідеями еволюційної оптимізації, що включає в себе алгоритми, інспіровані природою, ройові алгоритми, популяційні алгоритми, тощо.

Мета. Мета роботи полягає у запровадженні процедури кластеризації масивів даних на основі покращеного алгоритму сірого вовка.

Метод. Введено метод кластеризації масивів даних на основі модифікованого алгоритму сірого вовка. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач в умовах коли кластери перетинаються. Особливістю запропонованого методу є обчислювальна простота і висока швидкість, пов'язана з тим, що весь масив обробляється тільки один раз, тобто виключається необхідність в багатоепоховому самонавчанні, що реалізується в традиційних алгоритмах нечіткої кластеризації.

Результати. Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов перетинних кластерів та дозволяють рекомендувати запропонований метод для використання на практиці для вирішення проблем автоматичної кластеризації великих даних.

Висновки. Введено метод кластеризації масивів даних на основі покращеного алгоритму сірого вовка. Перевагою запропонованого підходу є скорочення часу вирішення оптимізаційних задач. Результати експериментів підтверджують ефективність запропонованого підходу в задачах кластеризації за умов перетинних кластерів.

1500. Analysis of risk terminal flows in technogenic systems arising in the process of threat impact / V. I. Sabat, L. S. Sikora, B. V. Durnyak, I. F. Povkhan., V. V. Polishchuk
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 155-169.

Context. The analysis of the risk terminal flows in technogenic systems is carried out, which arise in the process of the impact of informational and cognitive threats in the automated document management system as part of the hierarchical production system. The object of the research is the process of functioning of complex systems with a hierarchical structure, in which automated document management systems with a high level of data flow protection for decision-making are used to provide the information quality control of technological processes. The subjects of the research are the methods and means of constructing an information protection system to ensure the reliable functioning of automated document management systems and making targeted decisions in hierarchical structures with minimal risk of exposure to external threats and attacks.

Objective is to develop a complex model for assessing the risk of the document management system failure as part of a hierarchical production system under the active threats.

Method. For the first time, the cause-and-effect diagram of the event formation with the active action of threat factors and attacks is substantiated and developed, the interpretation of risk in a technogenic system is defined, and the risk in the space of states is presented as a change in the trajectory in the system transitions to the limit operation mode. For the first time, a category diagram of the structure of risk generation under the threat factors and a system-category diagram of interaction in the system risk $\leftrightarrow$ emergency active nature is constructed, a system-category scheme of risk formation under the active threat factors is suggested. For the first time, a cognitive diagram for assessing losses in the event of a risk situation arising from incorrect actions of the personnel is substantiated.

Results. As a result of the research, a system-category diagram of the impact of a set of threats on the system functioning mode and process is constructed, a method is developed for calculating the level of system strategic security of energy-active hierarchical systems in the process of attacks and threats, and a complex model for assessing the risk of a system functioning failure under active threats is suggested.

Conclusions. Under the action of active obstacles, cognitive and system factors at the operational and strategic levels of the control hierarchy, due to wrong decisions and informational disorientation, emergency situations and risks of the system function loss and its target-orientation arise. The analysis of a set of risks and the suggested category diagram of the risk generation structure under the impact of threat factors form the basis of the development of the probability structure of the risk concept based on the attack $\leftrightarrow$ consequence model, as well as the construction of a system-category diagram of the interaction in the game active factor $\leftrightarrow$ accident risk. This, in turn, makes it possible to construct a system-category scheme for the formation of risk terminal flows in technogenic systems that arise in the process of threat impact. A complex model for assessing the risk of system failure under threats can be used to construct protection systems for any hierarchical control structures of technogenic systems.

1501. Application of two-dimensional Padé-type approximations for image processing
/ V. I. Olevskiy, V. V. Hnatushenko, G. M. Korotenko, Y. B. Olevska, Y. O. Obydennyi
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 99-106.

Context. The Gibbs phenomenon introduces significant distortions for most popular 2D graphics standards because they use a finite sum of harmonics when image processing by expansion of the signal into a two-dimensional Fourier series is used in order to reduce the size of the graphical file. Thus, the reduction of this phenomenon is a very important problem.

Objective. The aim of the current work is the application of two-dimensional Padé-type approximations with the aim of elimination of the Gibbs phenomenon in image processing and reduction of the size of the resulting image file.

Method. We use the two-dimensional Padé-type approximants method which we have developed earlier to reduce the Gibbs phenomenon for the harmonic two-dimensional Fourier series. A definition of a Padé-type functional is proposed. For this purpose, we use the generalized two-dimensional Padé approximation proposed by Chisholm when the range of the frequency values on the integer grid is selected according to the Vavilov method. The proposed scheme makes it possible to determine a set of series coefficients necessary and sufficient for construction of a Padé-type approximation with a given structure of the numerator and denominator. We consider some examples of Padé approximants application to simple discontinuous template functions for both formulaic and discrete representation.

Results. The study gives us an opportunity to make some conclusions about practical usage of the Padé-type approximation and about its advantages. They demonstrate effective elimination of distortions inherent to Gibbs phenomena for the Padé-type approximant. It is well seen that Padé-type approximant is significantly more visually appropriate than Fourier one. Application of the Padé-type approximation also leads to sufficient decrease of approximants' parameter number without the loss of precision.

Conclusions. The applicability of the technique and the possibility of its application to improve the accuracy of calculations are demonstrated. The study gives us an opportunity to make conclusions about the advantages of the Padé-type approximation practical usage.

1502. Batsamut V. M. Method of routing a group of mobile robots in a fixed network for searching the missing objects in a technological disaster zone / V. M. Batsamut, S. O. Hodlevsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 141-154.

Context. The relevance of the article is determined by the need for further development of models of collective behavior of systems with multi-agent structure construction endowed with intelligence that ensures synchronization of the joint efforts of various agents while achieving the goals set for the system. The method proposed in the article solves the problem of competition between different agents of a multi-agent system, which is important while performing search, rescue, and monitoring tasks in crisis areas of various origins.

Objective is to develop a method for determining the sufficient population of a multi-agent system and the optimal routes of movement of its individual elements in a stationary network for the most complete examination of a technological disaster zone (any given zone based on a certain transport network).

Method. We implemented the concept of a dynamic programming to search for all possible edge-simple longest paths connecting the directed subsets of vertices-sources and vertices-sinks in the structure of the model weighted directed graph. To this end, the modified Dijkstra method was applied. The modification comprises representing the weights of the arcs of the modeling directed graph with the negative values, which are further used in calculations according to the Dijkstra method. After finding the next edge simple longest path, the arcs that make up it are fixed in the memory of the computer system (in the route plan) and removed from the graph structure, and the process is iteratively repeated. The search for paths takes place as long as the transitive closure between the vertices that are part of the specified subsets of source vertices and sink vertices is preserved. The developed method makes it possible to find such a set of traffic routes for the elements of the multi-agent system, which maximizes the area examined by them in a technological disaster zone (or the number of checked objects on the traffic routes) in one “wave” of the search and distributes the elements of a multi-agent system by routes that do not have common areas. A derivative of the application of the developed method is the determination of a sufficient population of a multi-agent system for effective search activities within the defined zone.

Results. 1) A method of routing a group of mobile robots in a stationary network for searching the missing objects in a technological disaster zone has been developed. 2) The working expression of the Dijkstra method for searching in the structure of a network object (in the structure of a model graph) for the longest paths has been formalized. 3) We have suggested a set of indicators for a comprehensive evaluation of route plans of a multi-agent system. 4) The method has been verified on test problems.

Conclusions. Theoretical studies and several experiments confirm the efficiency of the developed method. The solutions made using the developed method are accurate, which allows recommending it for practical use in determining in an automated mode route plans for multi-agent systems, as well as the required number of agents in such systems to perform the required amount of search tasks in a particular crisis area.

1503. Comparison of short-term forecasting methods of electricity consumption in microgrids / Y. V. Parfenenko, V. V. Shendryk, Y. P. Kholiavka, P. M. Pavlenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 14-23.

Context. The current stage of development of the electric power industry is characterized by an intensive process of microgrid development and management. The feasibility of using a microgrid is determined by the fact that it has a number of advantages compared to classical methods of energy generation, transmission, and distribution. It is much easier to ensure the reliability of electricity supply within the microgrid than in large energy systems. Energy consumers in a microgrid can affect the power balancing process by regulating their loads, generating, storing, and releasing electricity. One of the main tasks of the microgrid is to provide consumers with electrical energy in a balance between its generation and consumption. This is achieved thanks to the intelligent management of the microgrid operation, which uses energy consumption forecasting data. This allows to increase the efficiency of energy infrastructure management.

Objective. The purpose of this work is to develop short-term electricity consumption forecasting models for various types of microgrid electricity consumers, which will improve the efficiency of energy infrastructure management and reduce electricity consumption.

Method. The SARIMA autoregressive model and the LSTM machine learning model are used to obtain forecast values of electricity consumption. AIC and BIC information criteria are used to compare autoregressive models. The accuracy of forecasting models is evaluated using MAE, RMSE, MAPE errors.

Results. The experiments that forecast the amount of electricity consumption for the different types of consumers were conducted. Forecasting was carried out for both LSTM and AR models on formed data sets at intervals of 6 hours, 1 day, and 3 days. The forecasting results of the LSTM model met the forecasting requirements, providing better forecasting quality compared to AR models.

Conclusions. The conducted study of electricity consumption forecasting made it possible to find universal forecasting models that meet the requirements of forecasting quality. A comparative analysis of developed time series forecasting models was performed, as a result of which the advantages of ML models over AR models were revealed. The predictive quality of the LSTM model showed the accuracy of the MAPE of forecasting electricity consumption for a private house – 0.1%, a dairy plant – 3.74%, and a gas station – 3.67%. The obtained results will allow to increase the efficiency of microgrid management, the distribution of electricity between electricity consumers to reduce the amount of energy consumption and prevent peak loads on the power grid.

1504. Computational intelligence methods to patients stratification in the medical monitoring systems / N. S. Bakumenko, V. Y. Strilets, M. L. Ugryumov, R. O. Zelenskyi, K. M. Ugryumova, V. P. Starenkiy, S. V. Artiukh, A. M. Nasonova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 24-39.

Context. In modern medical practice the automation and information technologies are increasingly being implemented for diagnosing diseases, monitoring the condition of patients, determining the treatment program, etc. Therefore, the development of new and improvement of existing methods of the patient stratification in the medical monitoring systems is timely and necessary.

Objective. The goal of intelligent diagnostics of patient's state in the medical monitoring systems – reducing the likelihood of adverse states based on the choice of an individual treatment program: ? reducing the probability of incorrectly determining the state of the patients when monitoring patients; ? obtaining stable effective estimates of unknown values of treatment actions for patients (corresponding to the found state); ? the choice of a rational individual treatment program for the patients, identified on the basis of the forecasted state.

Method. Proposed methodology, which includes the following computational intelligence methods to patient's stratification in the medical monitoring systems: 1) method of cluster analysis based on the agent-based approach – the determination of the possible number of patient's states using controlled variables of state;

2) method of robust metamodels development by means artificial neuron networks under a priori data uncertainty (only accuracy of measurements is known) in the monitoring data: a) a multidimensional logistic regression model in the form of analytical dependences of the posterior probabilities of different states of the patients on the control and controlled variables of state; b) a multidimensional diagnostic model in the form of analytical dependences of the objective functions (quality criteria of the patient's state) on the control and controlled variables of state;

3) method of estimating informativeness controlled variables of state at a priori data uncertainty;

4) method of robust multidimensional models development for the patient's state control under a priori data uncertainty in the monitoring data in the form of analytical dependencies predicted from the measured values of the control and controlled variables of state in the monitoring process;

5) method of reducing the controlled state variables space dimension based on the analysis of the variables informativeness of the robust multidimensional models for the patient's state control; 6) method of patient's states determination based on the classification problem solution with the values of the control and fore-casted controlled variables of state with using the probabilistic neural networks; 7) method of synthesis the rational individual patient's treatment program in the medical monitoring system, for the state identified on the basis of the forecast. Proposed the structure of the model for choosing the rational individual patient's treatment program based on IT Data Stream Mining, which implements the «Big Data for Better Outcomes» concept.

Results. The developed advanced computational intelligence methods for forecast states were used in choosing the tactics of treating patients, to forecast treatment complications and assess the patient's curability before and during special treatment.

Conclusions. Experience in the implementation of “Big Data for Better Outcomes” concept for the solution of the problem of computational models for new patient stratification strategies is presented. Advanced methodology, computational methods for a patient stratification in the medical monitoring systems and applied information technology realizing them have been developed. The developed methods for forecast states can be used in choosing the tactics of treating patients, to forecast treatment complications and assess the patient's curability before and during special treatment.

1505. Doroshenko A. Y. Parameter-driven generation of evaluation program for a neuroevolution algorithm on a binary multiplexer example / A. Y. Doroshenko, I. Z. Achour, O. A. Yatsenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 80-88.

Context. The problem of automated development of evaluation programs for the neuroevolution of augmenting topologies. Neuroevolution algorithms apply mechanisms of mutation, recombination, and selection to find neural networks with behavior that satisfies the conditions of a certain formally defined problem. An example of such a problem is finding a neural network that implements a certain digital logic.

Objective. The goal of the work is the automated design and generation of an evaluation program for a sample neuroevolution problem (binary multiplexer).

Method. The methods and tools of Glushkov's algebra of algorithms and hyperscheme algebra are applied for the parameter driven generation of a neuroevolution evaluation program for a binary multiplexer. Glushkov's algebra is the basis of the algorithmic language intended for multilevel structural design and documentation of sequential and parallel algorithms and programs in a form close to a natural language. Hyperschemes are high-level parameterized specifications intended for solving a certain class of problems. Setting parameter values and subsequent interpretation of hyperschemes allows obtaining algorithms adapted to specific conditions of their use.

Results. The facilities of hyperschemes were implemented in the developed integrated toolkit for the automated design and synthesis of programs. Based on algorithm schemes, the system generates programs in a target programming language. The advantage of the system is the possibility of describing algorithm schemes in a natural-linguistic form. An experiment was conducted consisting in the execution of the generated program for the problem of evaluating a binary multiplexer on a distributed cloud platform. The multiplexer example is included in SharpNEAT, an open-source framework that implements the genetic neuroevolution algorithm NEAT for the .NET platform. The parallel distributed implementation of the SharpNEAT was proposed in the previous work of the authors.

Conclusions. The conducted experiments demonstrated the possibility of the developed distributed system to perform evaluations on 64 cloud clients-executors and obtain an increase in 60–100% of the maximum capabilities of a single-processor local implementation.

1506. Kalmykov V. G. The curve arc as a structure element of an object contour in the image to be recognized / V. G. Kalmykov, A. V. Sharypanov, V. V. Vishnevsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 89-98.

Context. The proposed article relates to the field of visual information processing in a computer environment, more precisely to the determination the parameters of the interest object in the image, in particular, the contour of the interest object in most cases, the contour of an object is a simply connected sequence of curve arcs.

Objective. The purpose and subject of the study is to find and to propose such a definition of the digital curve arc, as the most important element of the object contour in the recognizable image, which does not contradict modern neurophysiological conceptions about visual perception, and to recognize the object contour as a sequence of the digital curve arcs.

Method. The representation of the image in the form of a structural model is used, one of the structural elements of which is the contour of the object, consisting of digital curve arcs. Also, the image is considered as a cellular complex which corresponds to modern ideas about human visual perception.

Results. The new definition for arc of a digital curve as a sequence of digital straight segments is proposed, which does not contradict to modern concepts of neurophysiology. In contrast to the known definitions of a curve arc, the proposed definition of a digital curve arc makes it possible to determine the start and end points of the arc. According to the description of the contour of an object as a simply connected closed sequence of line segments, it is proposed to construct a description of the contour as a sequence of arcs of digital curves.

Conclusions. The use of the proposed definition of the digital curve arc in image processing makes it possible to recognize the contour of an object in an image and present it in a form close to visual perception. For best results, the use of variable resolution in image processing algorithms is recommended.

1507. Machine learning decision support systems for adaptation of educational content to the labor market requirements / I. V. Shelehov, D. V. Prylepa, Y. O. Khibovska, M. S. Otroshchenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 62-72.

Context. The urgent task of increasing the functional efficiency of machine learning of decision support system (DSS) for assessing compliance with content modern requirements of the educational disciplines of the graduation department based on the results of the employer survey has been solved.

Objective. Increasing the functional efficiency of machine learning of DSS for assessing compliance with modern requirements of the educational disciplines content of the first (bachelor's) level specialty educational and professional program based on machine learning and pattern recognition.

Method. The method of machine learning of DSS is proposed for adapting the educational content of the graduation department to the labor market requirements. The idea of the method is to maximize the information capacity of the DSS in the machine learning process, which allows in the monitoring mode to guarantee a high full probability of making the correct classification decisions. The method was developed as part of a functional approach to modeling cognitive processes of natural intelligence, which makes it possible to provide DSS with flexibility when retraining the system due to increasing the power of the recognition classes alphabet. The method is based on the principle of maximizing the amount of information in the machine learning process. The modified Kullback information measure, which is a functional of the accuracy characteristics of classification solutions, is considered as a criterion for optimizing machine learning parameters. According to the proposed functional category model, an information-extreme machine learning algorithm was developed based on the hierarchical data structure in the form of a binary discursive tree. The use of such a data structure allows you to automatically divide a large number of recognition classes into pairs of nearest neighbors, for which optimization of machine learning parameters is carried out according to a linear algorithm of the required depth. The geometric parameters of hyper spherical containers of recognition classes were considered as optimization parameters, which were restored in the radial basis of the binary space of Hamming features in the machine learning process. At the same time, the input training matrix was transformed into a working binary training matrix, which was changed in the machine learning process through admissible transformations in order to adapt the input information description of the DSS to the maximum reliability of classification decisions.

Results. The informational, algorithmic, and software of the DSS was developed to assess the educational content quality based on the machine analysis results of respondents' answers. Within the framework of the geometric approach, based on the information-extreme machine learning results, highly reliable decisive rules, practically invariant to the multidimensionality of the recognition features space, were constructed based on the hierarchical data structure in the form of a binary discursive tree. The influence of machine learning parameters on the functional effectiveness of machine learning of the DSS was studied on the evaluation example of the educational content of the educational and professional bachelor's program of the specialty 122 Computer Science.

Conclusions. The computer modeling results confirm the high functional efficiency of the proposed method of information-extreme hierarchical machine learning and can be recommended for practical use in institutions of higher education to assess compliance with modern requirements of the educational content of graduation departments.

1508. Method and software component model for skin disease diagnosis / V. M. Lovkin, S. A. Subbotin, A. O. Oliinyk, N. V. Myronenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 40-50.

Context. The problem of skin disease diagnosis was investigated in the paper. Its actuality is caused by the necessity of automation of at least advisory medical decision making. Such decisions are made in telemedicine, for instance, when skin disease diagnostics is performed under specific conditions. These conditions are specified by situations when data for analysis are collected but a qualified doctor has no possibility to process the data and to make a diagnosis decision based on it. The object of the study is a process of skin disease diagnosis.

Objective. The objective of the study is to develop a skin disease diagnosis method to automate making of advisory medical diagnosis decisions and to increase efficiency of such decisions.

Method. The skin disease diagnosis method was proposed in the work. This method applies the modified ResNet50 model. It was proposed to add layers to the ResNet50 model and to train it using transfer learning and fine-tuning techniques. The method also defines image processing in particular through the change of its resolution and uses oversampling technique to prepare a dataset for model training.

Results. Experimental investigation of the proposed method was performed using the HAM10000 dataset which contains images of skin diseases. The images were collected using dermatoscopy method. The dataset contains observations for 7 different skin diseases. The proposed method is characterized by the accuracy of 96.31% on this dataset. It is improved accuracy in comparison with the existing neural network models. Software component model was created to give a possibility to integrate the proposed method in to a medical diagnosis system.

Conclusions. The obtained results of the investigation suggest application of the proposed skin disease method in medical diagnostic system to make advisory decisions by the system and to support making final decisions by a doctor.

1509. Method of self-defense of ground (surface) objects from high-precision radar means of air surveillance / A. M. Zubkov, Y. M. Kosovtsov, A. A. Shcherba, I. V. Petliuk, V. A. Yunda // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 6-13.

Context it is caused by the need to search for scientific and technical ways to ensure the effectiveness of protecting ground (surface) objects from high-precision guided missile weapons.

Objective it is a necessity to ensure effective self-defense of objects from radar homing means.

Method. Electrodynamics modeling of Echo signals from spatially distributed objects, taking into account the features of their design and related operational limitations.

Results. Based on the analysis of the shortcomings of the well-known method of protecting stationary objects from radar surveillance and damage, based on the simulation of an effective reflection center outside the physical dimensions of the object, a new method of countering high-precision measurement of coordinates of stationary and mobile ground (surface) objects is proposed. The technique is based on the spatial deformation of the location of the effective target reflection center with dynamics that exceed the inertial capabilities of the auto-observation contour of the attacking missile (projectile). A structural and functional scheme of technical implementation of the methodology based on the first proposed relationship of simple design and technological solutions is proposed and justified.

Conclusions. The analytical model of Echo signals of spatially distributed ground (surface) objects was further developed, which takes into account the specifics of their design, and on its basis, for the first time, a universal method of self-defense of objects from radar home-leading devices was developed, which is implemented in a patented method and complex to exclude damage to protected objects.

1510. Pilkevych I. A. The method of assessing the value of information / I. A. Pilkevych, T. A. Vakaliuk, O. S. Boichenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 1 (64). – P. 107-113.

Context. The task of assessing the value of the institution's information as one of the objects of protection of the information security model is considered.

Objective. The goal of the work is the creation of a method of assessing the value of information, which takes into account the time of the final aging of information.

Method. The results of the analysis of methods for evaluating the value of information showed that modern approaches are conventionally divided into two directions. In the first direction, the value of information is calculated as the amount of information in bytes. In the second direction, the value of information is calculated in monetary terms. It is shown that modern approaches do not take into account the influence of time on the value of information. A method of assessing the value of information is proposed, which takes into account such characteristics as the term of final aging of information, the level of its access restriction, importance, and form of ownership. The value of information is presented as a quantitative measure that determines the degree of its usefulness for the owner. It is proposed to calculate the value of the initial value of information during its creation or acquisition by calculating the normalized weight of the coefficients according to the formula of the arithmetic mean. It was shown that the current value of information has a functional dependence on the time of existence of information and the time of its final aging.

Results. The results of the experiment confirm that the value of information has a nonlinear functional dependence on the time of final aging of information.

Conclusions. The conducted experiments confirmed the efficiency of the proposed method of evaluating the value of information and allow recommending it for use in practice to protect the institution's information. Prospects for further research may include the creation of a methodology for assessing the value of an institution's information, taking into account the aging of information and subsequent adjustment of measures to protect it.

1511. Polyakova M. V. Image segmentation with a convolutional neural network without pooling layers in dermatological disease diagnostics systems / M. V. Polyakova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 1 (64). – P. 51-60.

Context. The problem of automating of the segmentation of spectral-statistical texture images is considered. The object of research is image processing in dermatological disease diagnostic systems.

Objective. The aim of the research is to improve the segmentation performance of color images of psoriasis lesions by elaboration of a deep learning convolutional neural network without pooling layers.

Method. The convolutional neural network is proposed to process a three-channel psoriasis image with a specified size. The initial color images were scaled to the specified size and then inputted on the neural network. The architecture of the proposed neural network consists of four convolutional layers with batch normalization layers and ReLU activation function. Feature maps from the output of these layers were inputted to the 1x1 convolutional layer with the SoftMax activation function. The resulting feature maps were inputted to the image pixel classification layer. When segmenting images, convolutional and pooling layers extract the features of image fragments, and fully connected layers classify the resulting feature vectors, forming a partition of the image into homogeneous segments. The segmentation features are evaluated as a result of network training using ground-truth images which segmented by an expert. Such features are robust to noise and distortion in images. The combination of segmentation results at different scales is determined by the network architecture. Pooling layers were not included in the architecture of the proposed convolutional neural network since they reduce the size of feature maps compared to the size of the original image and can decrease the segmentation performance of small psoriasis lesions and psoriasis lesions of complex shape.

Results. The proposed convolutional neural network has been implemented in software and researched for solving the problem of psoriasis images segmentation.

Conclusions. The use of the proposed convolutional neural network made it possible to enhance the segmentation performance of plaque and guttate psoriasis images, especially at the edges of the lesions. Prospects for further research are to study the performance of the proposed CNN then abrupt changes in color and illumination, blurring, as well as the complex background areas are present on dermatological images, for example, containing clothes or fragments of the interior. It is advisable to use the proposed CNN in other problems of color image processing to segment statistical or spectral-statistical texture regions on a uniform or textured background.

№ 2

1512. Векторно-логічне моделювання несправностей / В. І. Хаханов, С. В. Чумаченко, Є. І. Литвинова, І. В. Хаханова, Г. В. Хаханова, О. С. Шкіль, Д. Ю. Рахліс, І. В. Хаханов, О. Ю. Шевченко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 2 (65). – С. 37-51.

Актуальність. Основна ідея – створення векторно-логічного in-меморі комп'ютеру (ВЛК), який використовує лише read-write транзакції на адресній пам'яті для моделювання несправностей, як адрес. Традиційна логіка відсутня. ВЛК вільний від команд процесора та АЛП для організації обчислень і тому орієнтований на імплементацію у кристали SoC і FPGA. Пропонується векторно-логічний метод синтезу дедуктивних матриць для транспортування вхідних несправностей, який має квадратичну обчислювальну складність.

Мета. Розробка векторного дедуктивного методу моделювання несправностей на основі примітивних read-write транзакцій для аналізу логічних схем.

Метод. Використовується вхідний тестовий набір та логічний вектор функціональності. Метод, що розробляється, є розвитком алгоритму синтезу дедуктивних векторів на основі таблиці істинності. Дедуктивна матриця призначена для синтезу та верифікації тестів за допомогою паралельного моделювання комбінацій несправностей, як адрес, на основі read-write транзакцій над бітами дедуктивних векторів, що знаходяться в пам'яті.

Результати. Запропоновано векторний метод синтезу дедуктивних матриць для транспортування вхідних несправностей векторів на вихід елемента. Розроблено структури даних для паралельного моделювання несправностей цифрових схем на основі примітивної read-write-транзакції в матричній пам'яті, де поєднання несправностей є стовпцями-адресами. Запропоновано секвенсор із п'яти блоків, що складають векторно-логічний комп'ютер, пов'язаний з дедуктивним моделюванням несправностей на основі read-write транзакцій. Виконано верифікацію моделей та методів на тестових прикладах.

Висновки. Наукова новизна полягає у розробці наступних інноваційних рішень: 1) вперше запропоновано векторно-логічний метод синтезу матриці дедуктивних векторів для паралельного моделювання комбінацій вхідних несправностей як адрес; 2) вперше запропоновано автомат векторно-дедуктивного моделювання несправностей, як адрес, на основі read-write транзакцій, орієнтований для імплементації в FPGA LUT, вбудований online симулятор SoC, як ядро для моделювання несправностей цифрових систем RTL-рівня; 3) демонстрація технологічних переваг векторно-логічного синтезу дедуктивних матриць виконана на численних прикладах традиційної та RTL-логіки, що підкреслює технологічність векторів у порівнянні з аналітичними дедуктивними формулами для побудови симуляторів; 4) матриця дедуктивних векторів, як сукупність вектор-стовпців булевих похідних використовується для побудови мінімальних тестів для логічних елементів; 5) рекурсивна формула синтезу матриці перестановки координат у логічному векторі активності дозволяє суттєво спростити отримання дедуктивної матриці для моделювання несправностей як адрес. Практичне значення полягає в тому, що in-меморі simulator дозволить отримати швидкодію моделювання несправностей реальних цифрових блоків SoC на рівні сотень наносекунд. Наводяться оцінки складності відповідних алгоритмів.

1513. Дорофєєв Ю. І. Стабілізація дискретних систем з часовими затримками за станом та обмеженнями керуючих впливів / Ю. І. Дорофєєв, Л. М. Любчик, О. С. Мельников // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – С. 142-151.

Актуальність. З розвитком програмної індустрії постійно зростає кількість застосовуваних методологій та гібридних підходів на їхній основі, тому вибір найбільш відповідної/оптимальної для даного проекту є актуальною проблемою програмної інженерії, оскільки процес вибору є слабо формалізованим, вимагає достатнього досвіду особи, яка буде приймати дане рішення та залежить від багатьох супутніх факторів.

Мета. Підтримка прийняття рішень в процесі вибору методології розроблення програмного проекту та підвищення ступеня адекватності вищезазначеного вибору

Метод. На основі попередньо розробленого автором алгоритму запропоновано узагальнений метод вибору оптимальної методології розробки програмного забезпечення, який складається з 14 кроків та враховує характеристики проекту базуючись на підходах багатокритеріального аналізу з урахуванням думок експертів для більш обґрунтованого вибору найбільш відповідної даному проекту методології. Метод використовує агреговані експертні оцінки, для обчислення ваг критеріїв вирішено використовувати АНР. Базуючись на встановлених значеннях критеріїв, їх ваг та експертних оцінках, обчислюється бал для кожної методології за допомогою методів *Weighted Sum* та *TOPSIS*.

Результати. Застосування розробленого методу на даних реальних проектів показало співпадіння у 83% випадків (в п'яти з шести випадків застосування методу дало вибір методології, яка відповідала тій, що насправді застосовувалась на реальному проекті). У випадку, коли вибрана запропонованим методом методологія відрізнялась від тієї, що була застосована насправді, застосування запропонованого методу рекомендує перейти до етапу початкового визначення критеріїв та їхніх ваг, що дасть змогу більш адекватно здійснити вибір методології.

Висновки. Запропонований метод може бути застосований в практичній діяльності керівниками програмних проектів для підтримки процесу прийняття рішень, а також дасть можливість скоротити часові затрати управління проектом.

1514. Козуля Т. В. Концепція інформаційно-ентропійного простору побудови моделей системних об'єктів для задач сталого розвитку / Т. В. Козуля // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 2 (65). – С. 20-30.

Актуальність. Вирішення завдань поглиблення міждисциплінарних системних досліджень при пошуку рішень задач сталого розвитку для реальних соціально-еколого-економічних об'єктів на основі системологічного моделювання та запровадження інформаційно-ентропійного простору визначення оцінки стану та функціональності таких об'єктів для прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності.

Мета. Моделювання поточної ситуації дослідного соціально-еколого-економічного об'єкта у вигляді кооперативного зв'язку «дослідна система – навколишнє середовище» на базі системологічної моделі, що визначатиме умови досягнення цілі дослідження об'єкта завдяки виявленню синергетичної взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів у інформаційно-ентропійному просторі подання функціонування об'єкта.

Метод. У роботі наведено результати логіко-експериментального дослідження з оцінки стану складних об'єктів соціально-еколого-економічної природи, їх розвитку в умовах стохастичного зовнішнього середовища з позицій відповідності вимогам сталого розвитку на основі запропонованого підходу, що становить системологічну основу створення ентропійної моделі дослідного об'єкта, алгоритмізації розв'язку задачі оцінки цільового стану складних системних об'єктів за значенням екологічного функціоналу якості, що становить співвідношення ентропійних функцій стану «системи об'єкта – навколишнє середовище» і процесів взаємодії між ними, отриманих за результатами статистичного аналізу даних моніторингу об'єктів, віднесених до техногенних (економічних), соціальних і природних систем.

Результати. Вперше запропоновано використання комплексного поєднання положень системології для визначення структури об'єкта дослідження, теоретичного знання з інформаційної ентропії для опису параметрів стану будь-якого елемента систем об'єкта та метрики ентропійного опису станів і процесів. Для остаточної оцінки рівноваги функціонування дослідного об'єкта впроваджено відносний функціонал відповідності, що дозволяє оцінити наявність точок нестабільності системного і процесного характеру на основі моделі вкладеної системної структури, що важливо для прийняття рішень з передбаченням синергетичних позитивних відгуків.

Висновки. Визначені переваги запропонованого комплексного підходу ентропійного оцінювання станів систем і процесів у них на основі системологічної моделі «об'єкт – навколишнє середовище» для визначення умов регулювання сталого розвитку дослідного об'єкта завдяки використанню виявлених самодовільних і природних синергетичних відгуків. Отримано універсальну базу дослідження складних системних утворень з оцінки сталості їх стану та функціональності завдяки синергії процесів і зв'язків «об'єкт – навколишнє середовище» на основі комплексного використання системологічного моделювання, ентропійного оцінювання вхідних даних.

1515. Кондрук Н. Е. Способи визначення подібності категоріальних впорядкованих даних / Н. Е. Кондрук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 2 (65). – С. 31-36.

Актуальність. Розробка ефективних метрик відстані та мір подібності для категоріальних ознак є важливою задачею в аналізі даних, машинному навчанні, теорії прийняття рішень оскільки значна частина властивостей об'єктів описується саме не числовими значеннями. Зазвичай залежність між категоріальними ознаками може бути складнішою, ніж просто їх порівняння за рівністю чи нерівністю. Такі атрибути можуть бути відносно схожими, і для побудови ефективної моделі задачі необхідно врахувати цю подібність під час розрахунку відстані чи міри подібності.

Метою дослідження є підвищення ефективності розв'язання прикладних задач аналізу даних шляхом розробки математичних засобів для визначення подібності об'єктів за категоріальними впорядкованими ознаками.

Методи. Запропоновано відстань на базі зваженої манхетенської відстані та міру подібності для визначення схожості об'єктів за категоріальними впорядкованими ознаками (тобто на множині значень атрибутів можна задати лінійний порядок із шкалами переваг враховуючи предметну область задачі). Доведено, що формула відстані задовольняє аксіомам невід'ємності, симетричності, нерівності трикутника та обмеження зверху, а отже є метрикою відстані в просторі ранжованих категоріальних ознак. Доведено, що міра подібності представлена в дослідженні задовольняє аксіомам обмеженості, симетричності, максимальної та мінімальної подібності та описується спадною функцією.

Результати. Розроблений підхід реалізовано на прикладній задачі визначення ступеню схожості об'єктів, які описані впорядкованими категоріальними ознаками.

Висновки. В даному дослідженні розроблено математичні інструменти для визначення подібності структурованих даних, що описуються категоріальними атрибутами, які можна впорядковувати за певним пріоритетом у вигляді рангу із системою переваг. Проаналізовано їх властивості. Проведені експериментальні дослідження показали зручність, «інтуїтивну зрозумілість» логіки проведення обробки даних при розв'язанні прикладних задач. Представлений підхід може забезпечити можливість проводити нові змістовні дослідження аналізу даних. Перспективи подальших досліджень полягають у експериментальному використанні запропонованих інструментів в практичних задачах та вивченні їх ефективності.

1516. Петров К. Е. Видалення компонентів дощу з одиночних зображень з використанням рекурентної нейронної мережі / К. Е. Петров, В. В. Кириченко // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – С. 91-102.

Актуальність. Видалення небажаних наслідків дощових ефектів з одиночних зображень є актуальною проблемою в багатьох задачах комп'ютерного зору, оскільки смуги дощу можуть суттєво погіршувати візуальну якість зображень та серйозно перешкоджати роботі різноманітних інтелектуальних систем, які використовуються для їх обробки та подальшого аналізу.

Мета роботи полягає у розробці методу виявлення і видалення небажаних наслідків впливу ефекту дощу з одиночних зображень, який базується на використанні згорткової нейронної мережі з рекурентною структурою.

Метод. Головною складовою запропонованого методу є згорткова нейронна мережа, яка має рекурентну багатоетапну структуру. Особливістю саме такої архітектури мережі є використання повторюваних блоків (шарів), на виході яких можна отримати проміжний результат «очищення» вихідного зображення. Причому на виході кожного наступного шару мережі отримуємо зображення з меншим впливом компонентів дощу ніж на попередньому. Кожен шар мережі містить дві незалежні підмережі (гілки) для паралельної обробки зображення. Головна гілка призначена для виявлення і видалення ефекту дощу з зображення, а гілка уваги використовується для покращення і пришвидшення процесу виявлення небажаних компонентів дощу (для формування карти уваги дощу).

Результати. Розроблено підхід до автоматичного виявлення та видалення наслідків впливу ефекту дощу з одиночних зображень. Процес «очищення» вихідного зображення здійснюється на основі використання згорткової нейронної мережі з рекурентною структурою, навчання якої було проведено на наборах даних Rain100H і Rain100L. Наведено результати комп'ютерних експериментів, які свідчать про ефективність та доцільність використання запропонованого методу для вирішення практичних завдань з попередньої обробки «забруднених» зображень.

Висновки. Перевагою розробленого методу видалення небажаних компонентів дощу з зображень є те, що рекурентна багатоетапна архітектура мережі, на якій він базується, дозволяє потенційно застосовувати його для вирішення завдань в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. Запропонований метод може бути успішно використаний при розробці інтелектуальних систем для моніторингу територій за допомогою камер спостереження, автономного керування транспортними засобами, обробки результатів аерофотозйомки тощо. В перспективі слід розглянути можливість формування окремої підмережі для усунення розмитості на зображенні та провести навчання мережі на наборах даних, які містять зразки зображень з різними компонентами дощу, що зробить метод більш «стійким» до різних форм ефекту дощу і підвищить якість «очищення» зображень.

1517. Прокіпчук О. А. Технологія аналізу україномовних твітів для прогнозування зміни динаміки громадської думки на основі машинного навчання / О. А. Прокіпчук, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – С. 103-116.

Актуальність. Автоматизація дослідження громадської думки дозволить не тільки зменшити кількість ручної праці, а й отримувати часові зрізи результатів без додаткових зусиль. Оскільки потрібно уникнути прямої взаємодії з респондентами, громадську думку необхідно аналізувати на основі джерел її вільного вираження. Соціальні мережі чудово підходять на цю роль, так як там люди вільно публікують свої думки або емоційно правдиво реагують на опубліковану інформацію щодо певних подій. Статистика показує, що даних із соціальних мереж недостатньо для отримання повноцінного результату, бо чималий відсоток людей не користуються соціальними мережами. Проте автоматизація дослідження навіть такого прошарку населення уже є хорошим результатом для аналізу динаміки змін громадської думки відповідно подій в країні/світі та відповідно для керування в подальшому процесів державного управління.

Мета дослідження – розроблення технології аналізу україномовного потоку контенту в соціальних мережах для дослідження громадської думки на основі знаходження кластеризованих тематичних груп твітів.

Метод. В статті розроблено технологію пошуку трендів твітів на основі кластеризації, що формує потік даних у вигляді коротких репрезентацій кластерів та їхньої популярності для подальшого дослідження громадської думки. Описано ефективний підхід збору твітів, їх фільтрації, очищення та попереднього опрацювання на основі порівняльного аналізу алгоритмів Bag of Words, TF-IDF та BERT. Визначено вплив стемінгу та лематизації на якість отриманих кластерів. А також знайдено оптимальні поєднання методів кластеризації (K-Means, Agglomerative Hierarchical Clustering та HDBSCAN) та векторизації твітів на основі аналізу 27 кластеризацій однієї вибірки даних. Обрано спосіб подання кластерів твітів у короткому форматі.

Результати. Найкращі результати показали алгоритми, що використовують Відстань Левенштейна, тобто fuzz sort, fuzz set та levenshtein. Дані алгоритми швидко здійснюють перевірки, мають більшу різницю подібностей, тож можна точніше визначити межу подібності. Згідно з результатами проведених кластеризацій, оптимальними рішеннями є використання алгоритму кластеризації HDBSCAN та алгоритму векторизації BERT для досягнення найточніших результатів, та використання K-Means разом із TF-IDF для досягнення найкращої швидкодії із оптимальним результатом. Для зменшення часу виконання можна застосовувати стемінг.

Висновки. В даному дослідженні експериментально знайдено оптимальні варіанти для порівняння відбитків кластерів серед таких методів пошуку подібності: Fuzz Sort, Fuzz Set, Levenshtein, Jaro Winkler, Jaccard, Sorensen, Cosine, Sift4. У деяких алгоритмів середня подібність відбитків сягає вище 70%. Знайдено 3 ефективні інструменти для порівняння їхньої подібності, так як вони показують достатню відмінність між порівняннями подібних та різних кластерів (> 20%). На основі обраних ефективних методів, успішно проведено аналіз трендів для 90 000 твітів за 7 днів для 5 тем тижня за допомогою KMeans та TF-IDF для кластеризації та векторизації, а також fuzz sort для порівняння відбитків кластерів із межею подібності 55%.

1518. Bilous N. V. Determination and comparison methods of body positions on stream video / N. V. Bilous, I. A. Ahekan, V. V. Kaluhin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 2 (65). – P. 52-60.

Context. One of the tasks of computer vision is the task of determining the human body in the image. There are many methods to solve this problem, some are based on specific equipment (motion capture, kinect) and provide the highest accuracy, some give less accuracy but do not require additional equipment and use less computing power. But usually, such equipment has a high cost, so to ensure the low cost of developments designed to determine the body in the image, you should develop algorithms based on computer vision technology. These algorithms can then be applied to various fields to analyze and compare body positions for a variety of purposes.

Objective. The aim of the work is to study the effectiveness of existing libraries to determine the human body position in the image, as well as methods for comparing the obtained poses in terms of speed and accuracy of determination.

Methods. A set of libraries and pose comparison algorithms were analyzed for the purpose of developing a system for determining the correctness of exercise by the user in real time. OpenPose, PoseNet and BlazePose libraries were analyzed for their suitability in recognizing and tracking body parts and movements in real-time video streams. The advantages and disadvantages of each library were evaluated based on their performance, accuracy, and computational efficiency. Additionally, different pose comparison algorithms were analyzed. The effectiveness of each algorithm was evaluated based on their ability to accurately determine and compare body positions. As a result, the combination of BlazePose and weighted distance method can achieve the best performance in pose recognition, with high accuracy and robustness across a range of challenging scenarios. The weighted distance method can be further enhanced

with techniques such as L2 normalization and pose alignment to improve its accuracy and generalization. Overall, the combination of the BlazePose library and weighted distance methods offers a powerful and effective solution for pose recognition, with high F1 index.

Results. Existing models for determining poses have shown similar results in the quality of determination with a run-up of about 2%. When developing a cross-platform software product, the BlazePose library, which has an API for working directly in the browser and on mobile platforms, has a significant advantage in speed and accuracy. Also, as the library uses extended 33 keypoint topology it becomes applicable to a wider list of tasks. In the study of comparison methods, the greatest influence on the results was exerted by the quality of pose determination.

Conclusions. Among the methods of comparison, the method of weighted distances showed the best results. The speed of position determination is inversely proportional to the quality of determination and significantly exceeds the recommended value – 40ms.

1519. Detection of the signals of the terrestrial radar stations by spacecraft with a passive synthesis of the antenna aperture / T. A. Vakaliuk, O. V. Andreiev, O. F. Dubyna, T. M. Nikitchuk, I. V. Puleko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 13-19.

Context is due to the need to analyze the electromagnetic accessibility of terrestrial radio radiation sources at long distances, which is typical for the operation of a spacecraft of radio technical intelligence with a passive synthesis of the antenna aperture.

Objective is to calculate the probability indicators of detecting the fact of signal emission of ground-based radar stations using radio-technical intelligence installed on a space carrier.

Method. Analytical calculation of the correct detection probability of the signal of the radio radiation sources by the spacecraft of radio technical intelligence based on the determination of the signal-to-noise ratio at the input of the detection device. The analysis of the technical characteristics of the group of ground radars made it possible to calculate the probability of correct detection only for the virtual radar, which generates the minimum number of pulses with the minimum energy during reconnaissance among all the analyzed radars.

Results. The fulfillment of the conditions of electromagnetic accessibility is checked and the correct detection probability of the signals of modern radar stations by the space radio-technical intelligence system with a passive synthesis of the antenna aperture was calculated.

Conclusion. Proposed use of the correct detection probability of the signal as the resulting indicator of electromagnetic accessibility of the radio radiation source. In the example radar stations of the air defense proved, that the proposed parameters of the space radio technical intelligence system with a passive synthesis of the antenna aperture provide the values of the correct detection probability of the signal, which are quite acceptable for modern monitoring systems.

1520. Development of a method for studying traffic of multiservice networks / V. S. Morkun, S. M. Hryshchenko, V. O. Nizhehorodtsev, M. M. Filonenko, V. V. Lagovsky
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 125-133.

Context. The constant growth in the volume of information, the increase in the speed of information flows in digital communication networks, as before, makes the task of assessing the service stability for traffic flows an urgent one. A simple solution to ensure high service stability is to build a network of sufficient capacity for any traffic that will be thrown at it. To solve the problems of analyzing telecommunication systems, it is necessary to have appropriate models and engineering methods that allow to assess the service stability and predict the characteristics of their operation based on measurement data. In these conditions, the development of new methods for analyzing the traffic of multiservice networks that provide simplicity of calculations and their acceptable accuracy becomes especially relevant.

Objective. The purpose of this paper is to study the traffic and service stability for users.

Method. We propose a hybrid method for detecting anomalies in multiservice network traffic that uses algorithms without identification, adaptation and Mamdani fuzzy inference. The peculiarity of multiservice traffic as an object for assessing the existence of anomalies is the presence of stochastic processes in it subject to different distribution laws. For the experimental evaluation of the proposed method and algorithms, we have chosen the Poisson and Pareto distribution laws that define the limiting cases of traffic regularity. The method allows for monitoring and managing faults in a multiservice network in order to determine the causes of their occurrence. The following requirements are imposed on the developed algorithms for detecting anomalies in the traffic on multiservice networks: functioning in real or near real time; maintaining a given service stability; simplicity of implementation. The algorithms belong to the class of adaptive hybrid algorithms for identifying traffic parameters. They are used for both stationary and nonstationary traffic. Traffic is modeled as stochastic processes. Each belongs to the corresponding class, which is determined by the law of distribution of stochastic processes.

Results. Experimental evaluation of the proposed method and algorithms has shown that they allow us to estimate the trends of these stochastic processes in real time, with high accuracy and while maintaining the service stability.

Conclusions. The application of the developed method of troubleshooting management in a multiservice environment helps to improve the service stability by timely detecting problems, reducing the time of their elimination and reducing downtime, which, in turn, affects the increase in service reliability.

1521. Intelligence analysis of empirical data based on time series / O. B. Ivanets, R. V. Khrashchevskyi, M. S. Kulik, M. Y. Burichenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 61-71.

Context. The problem of intelligent data analysis for assessing the stability of operators' functioning as a component of safety management is considered. The object of the study was to verify estimates of the complexity and chaotic nature of physiological processes based on nonlinear dynamics methods.

Objective. The goal of work is intelligent data analysis for assessing the stability of the functioning of a dynamic system based on the methods of non-linear dynamics.

Method. Data intelligence to obtain additional useful information to avoid wrong decisions when deciding on the current state of the operator to be able to perform professional duties. Quantitative assessment of the complexity of physiological dynamics to determine the stability of feedback control processes of body subsystems and their constant adaptation to changes in environmental conditions. The presence of significant nonlinearities in the biomedical signals of the body is associated with the appearance of a chaotic component that describes the chaotic nature of the body's processes. Due to the fact that biomedical signals have both a periodic and a chaotic component, the study of the latter makes it possible to determine the informational component of the nature of the internal organization of the organism and provide information about the possible destabilization of the functional state of the operator. The use of nonlinear dynamics methods to study changes in the operator's body and provide additional independent prognostic information complementing traditional data analysis in the time and frequency domains. Several indices obtained by the methods of nonlinear dynamics are proposed, which contribute to the expansion of the diagnostic solution based on the available data.

Results. The results of the study can be used during the construction of mathematical methods of non-linear dynamics to describe empirical data of this kind.

Conclusions. Experimental studies have suggested recommending the use of non-linear methods dynamics as an additional independent component that allows analyzing the chaotic component of biomedical signals to avoid wrong decisions during professional selection and assessment of the current state of aviation industry operators as one of the causes of adverse events in aviation. Prospects for further research may include the creation of a methodology based on nonlinear dynamics methods that will allow to increase the reliability of predicting a malfunction of the cardiovascular system as an indicator of a change in the balance of the functional state of the operator based on additional informative parameters, which can be used to assess triggers that may cause an adverse event in aviation, as well as an experimental study of the proposed mathematical approaches for a wide range of diagnostic problems.

1522. Katerynychuk I. S. Object detection performance indicator in video surveillance systems / I. S. Katerynychuk, A. O. Babaryka, R. P. Khoptinskiy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 72-78.

Context. The probability of detecting the object by the operator of the video surveillance system depends on a number of parameters (geometric dimensions of the object of observation, distance to the object of observation, parameters of the video surveillance camera, monitor parameters, etc.).

Objective. The purpose of the article is to develop an indicator of the effectiveness of detecting dynamic objects when evaluating the functioning of video surveillance systems.

Method. An indicator of the effectiveness of object detection when evaluating the functioning of video surveillance systems is proposed. The proposed indicator is expressed in the probability of detection of the object of interest by the i -th operator thanks to the person's own visual apparatus or with the help of a software algorithm. This indicator differs from the existing ones by taking into account the parameters of the optical system, the parameters of the information display device (monitor), the number of video surveillance cameras, etc. The developed indicator makes it possible to estimate the probability of detection of an object by a video surveillance system operator thanks to a person's own visual apparatus or with the help of a software algorithm, depending on the distance to such an object.

Results. According to the results of experimental calculations, it has been proven that the effectiveness of the use of video surveillance systems with the use of video analytics functions (using the example of the dynamic object detection algorithm).

Conclusions. The conducted experimental calculations confirmed the efficiency of the proposed mathematical apparatus and allow us to recommend it for use in practice when solving problems of evaluating the effectiveness of the functioning of video surveillance systems.

1523. Kungurtsev O. B. Technology for identifying and forming possible relationships between use cases in the process of the information system design / O. B. Kungurtsev, S. L. Zinovatna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 117-124.

Context. Use cases are widely used as a means of formulating requirements in the development of information systems. All subsequent design stages depend on the quality of their presentation. Structuring use cases can significantly increase their understanding and maintenance in the face of changing requirements.

Objective. Flexible technologies involve working in small teams. The existing communication between teams is not sufficient to highlight sub use cases at the project level. There is a need for automated analysis of the corpus of all use cases.

Method. A mathematical model of a use case which makes it possible to define the criteria for comparing scenarios and eliminate the redundancy of descriptions is proposed. A four-step method for restructuring use cases has been developed. At the first stage, use cases are presented in a formalized form. At the second, they are stored in the repository, which ensures their quick search and placement. At the third stage, procedures of scenario comparison are performed. Scenario similarity criteria are proposed. At the fourth stage, the formation of subordinate use cases is carried out, their texts are coordinated with all interested teams, and the use cases that cause subordinate use cases are corrected.

Results. Experiments providing the formalized compilation of use cases by several development teams followed by automated restructuring were carried out to test the proposed solutions. As a result, new subordinate use cases were correctly identified and the scope of use of previously formed ones was expanded. There was a significant reduction in the time for restructuring.

Conclusions. The proposed method of restructuring use cases improves the clarity and consistency of requirements, the possibility of their adjustment and maintenance, and reduces the compilation time. The method can be used in the design of any information system, where the requirements are presented in the form of use cases.

1524. Moskalenko V. V. Model-agnostic meta-learning for resilience optimization of artificial intelligence system / V. V. Moskalenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 79-90.

Context. The problem of optimizing the resilience of artificial intelligence systems to destructive disturbances has not yet been fully solved and is quite relevant for safety-critical applications. The task of optimizing the resilience of an artificial intelligence system to disturbing influences is a high-level task in relation to efficiency optimization, which determines the prospects of using the ideas and methods of meta-learning to solve it. The object of current research is the process of meta-learning aimed at optimizing the resilience of an artificial intelligence system to destructive disturbances. The subjects of the study are architectural add-ons and the meta-learning method which optimize resilience to adversarial attacks, fault injection, and task changes.

Objective. Stated research goal is to develop an effective meta-learning method for optimizing the resilience of an artificial intelligence system to destructive disturbances.

Method. The resilience optimization is implemented by combining the ideas and methods of adversarial learning, fault-tolerant learning, model-agnostic meta-learning, few-shot learning, gradient optimization methods, and probabilistic gradient approximation strategies. The choice of architectural add-ons is based on parameter-efficient knowledge transfer designed to save resources and avoid the problem of catastrophic forgetting.

Results. A model-agnostic meta-learning method for optimizing the resilience of artificial intelligence systems based on gradient meta-updates or meta-updates using an evolutionary strategy has been developed. This method involves the use of tuner and metatuner blocks that perform parallel correction of the building blocks of a original deep neural network. The ability of the proposed approach to increase the efficiency of perturbation absorption and increase the integral resilience indicator of the artificial intelligence system is experimentally tested on the example of the image classification task. The experiments were conducted on a model with the ResNet-18 architecture, with an add-on in the form of tuners and meta-tuners with the Conv-Adapter architecture. In this case, CIFAR-10 is used as a base set on which the model was trained, and CIFAR-100 is used as a set for generating samples on which adaptation is performed using a few-shot learning scenarios. We compare the resilience of the artificial intelligence system after pre-training tuners and meta-tuners using the adversarial learning algorithm, the fault-tolerant learning algorithm, the conventional model-agnostic meta-learning algorithm, and the proposed meta-learning method for optimizing resilience. Also, the meta-learning algorithms with meta-gradient updating and meta-updating based on the evolutionary strategy are compared on the basis of the integral resilience indicator.

Conclusions. It has been experimentally confirmed that the proposed method provides a better resilience to random bit-flip injection compared to fault injection training by an average of 5%. Also, the proposed method provides a better resilience to L_∞ -adversarial evasion attacks compared to adversarial training by an average of 4.8%. In addition, an average 4.8% increase in the resilience to task changes is demonstrated compared to conventional fine-tuning of tuners. Moreover, meta-learning with an evolutionary strategy provides, on average, higher values of the resilience indicator. On the downside, this meta-learning method requires more iterations.

1525. Petrushak V. S. Phase frequency interpretation of the coincidence method for frequency to code conversion / V. S. Petrushak // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 6-13.

Context. The problem of fast conversion of radio signal frequency for monitoring the radial velocity of a moving object. The object of the study was the process of converting frequency into a code based on the coincidence method.

Objective. The goal of the work is to improve the coincidence method for creating a new signal-to-code frequency converter without fixing the conversion time interval.

Method. The coincidence method for converting the signal frequency into a code has been improved. The improved frequency conversion method, unlike the existing ones, consists in counting the number of complete phase cycles of the known and unknown signals during the time of double coincidence and asynchronous mode of hardware determination of the fraction. The improved method has advantages in comparison with the method of an electro-counter frequency meter when determining the radial speed of objects and does not have a methodical error, which in an electro-counter frequency meter increases as the unknown frequency approaches the reference to 100%. However, the improved coincidence method compared to other versions has a hardware scheme for tracking the moments of coincidence and determining the fraction and does not require expensive and high-speed microprocessors to calculate the conversion results.

Results. Based on the phase-frequency interpretation and the derived conversion equation and the proposed frequency-to-code conversion scheme using the coincidence method, a functional scheme of the frequency converter was developed. This made it possible to implement a 16-bit frequency converter in code on Intel's MAX V series CPLD.

Conclusions. The coincidence method for converting the signal frequency into a code received further development, which, unlike the existing ones, consists in counting the number of complete phase cycles of the known and unknown signals during the time of double coincidence and the asynchronous mode of hardware determination of the fraction. The influence of the frequency of signals on the time of a single measurement was studied using the coincidence method, as a

result of which it was found that with an increase in the difference between the reference and unknown frequency, the time of a single measurement decreases.

The obtained research results can be used for the development of high-speed means of converting the signal frequency into a binary code: in industrial tomography, radar and radio navigation for monitoring moving objects.

1526. Seniv M. M. Method for selecting a software development methodology taking into account project characteristics / M. M. Seniv // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 134-141.

Context. With the development of the software industry, the number of applied methodologies and hybrid approaches based on them constantly increases, that is why, the choice of the most suitable/optimal methodology for the project is an urgent problem of software engineering, since the selection process is poorly formalized, requires sufficient experience of the person who will make this decision and depends on many related factors.

Objective. The support of decision-making in the process of choosing a methodology for the software project development and increase of the level of adequacy of the above choice.

Method. Based on the previously developed algorithm by the author, a generalized method for selecting the best software development methodology is proposed, which consists of 14 steps and takes into account the characteristics of the project, based on the multi-criteria analysis approaches, taking into consideration the opinions of experts for a more reasonable choice of the most suitable methodology for this project. The method uses the aggregated expert evaluation. It was decided to use the AHP to calculate the criteria weights. Based on the established values of criteria, their weights and expert evaluation, the score is calculated for each methodology using the weighted sum and TOPSIS methods.

Results. The application of the developed method to the data of actual projects showed a match in 83% of cases (in five out of six cases, the application of the method resulted in the selection of methodology that corresponded to the one actually used in an existing project). In cases when the methodology chosen by the proposed method differed from the one that was actually used, the application of the proposed method recommends going to the stage of the initial termination of criteria and their weights, which will allow making a more adequate choice of methodology.

Conclusions. The proposed method can be applied in practice by software project managers to support the decision-making process, and will allow reducing time spent on project management.

1527. Stenin A. A. Application of spline functions and walsh functions in problems of parametric identification of linear nonstationary / A. A. Stenin, I. G. Drozdovych, M. O. Soldatova
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління.* – 2023. – № 2 (65). – P. 166-175.

Context. In this article, a generalized parametric identification procedure for linear nonstationary systems is proposed, which uses spline functions and orthogonal expansion in a series according to the Walsh function system, which makes it possible to find estimates of the desired parameters by minimizing the integral quadratic criterion of discrepancy based on solving a system of linear algebraic equations for a wide class of linear dynamical systems. The accuracy of parameter estimation is ensured by constructing a spline with a given accuracy and choosing the number of terms of the Walsh series expansion when solving systems of linear algebraic equations by the A. N. Tikhonov regularization method. To improve the accuracy of the assessment, an algorithm for adaptive partitioning of the observation interval is proposed. The partitioning criterion is the weighted square of the discrepancy between the state variables of the control object and the state variables of the model. The choice of the number of terms of the expansion into the Walsh series is carried out on the basis of adaptive approximation of non-stationary parameters in the observation interval, based on the specified accuracy of their estimates. The quality of the management of objects with variable parameters is largely determined by the accuracy of the evaluation of their parameters. Hence, obtaining reliable information about the actual nature of parameter changes is undoubtedly an urgent task.

Objective. Improving the accuracy of parameter estimation of a wide class of linear dynamical systems through the joint use of spline functions and Walsh functions.

Method. A generalized parametric identification procedure for a wide class of linear dynamical systems is proposed. The choice of the number of terms of the expansion into the Walsh series is made on the basis of the proposed algorithm for adaptive partitioning of the observation interval.

Results. The results of modeling of specific linear non-stationary systems confirm the effectiveness of using the proposed approaches to estimating non-stationary parameters.

Conclusions. The joint use of spline functions and Walsh functions makes it possible, based on the proposed generalized parametric identification procedure, to obtain analytically estimated parameters, which is very convenient for subsequent use in the synthesis of optimal controls of real technical objects. This procedure is applicable to a wide class of linear dynamical systems with concentrated and distributed parameters.

1528. Using the behavior antagonism and the bimatrix game theory in the it project management / S. K. Chernov, L. S. Chernova, L. S. Chernova, N. E. Kunanets, S. D. Titov, E. I. Trushliakov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 2 (65). – P. 152-165.

Context. The article proposes a method of analyzing the proposals of team members in order to avoid conflict situations at the stage of team formation.

Objective. The object of the study is the method of analyzing the proposals of team members while solving project tasks. The purpose of the work is to analyze the developed method of analysis of proposals of team members to avoid or resolve conflict situations at the stage of team activation

Method. The developed method is based on the theory of matrix games. Conflicts between individual team members mainly arise at the stage of team formation. For the project manager, it is important to identify the conflict situation in time and find a way out of it to satisfy both team members and without harming the teamwork as a whole. A team created to implement an IT project is often faced with a situation where two of its members have different visions of approaches to creating the final product. At the same time, each of them has experience in the development of similar software products or services by different teams. To effectively

solve this situation, we suggest using approaches typical of bimatrix games, when each of these team members is considered as a player. This takes into account the fact that the bimatrix theory of games is based on a conflict between two players whose interests are opposite – an antagonistic zero-sum game is precisely the basis of the developed approach.

Results. The proposed method of analysis of proposals of team members contributes to the avoidance or resolution of conflict situations at the stage of their closer interaction. For efficient solution of the said situation, we propose to use approaches being typical for bimatrix games when each of these team members is treated as a player. At the same time, account is taken of the fact that the bimatrix game theory is based on a conflict of two players whose interests are opposite – an antagonistic game with a zero sum being that very element to constitute the basis of the approach developed.

Conclusions. The given calculation of the model example shows that the use of the proposed method allows the project manager to give a reasonable preference to another team member, since the expected average profit of this player is greater than that of the first player. In this case, the manager has an opportunity to simulate situations for the players (for the team) and promptly respond to probable deviations of their behavioral strategies from the optimal ones, establish healthy relationships between team members and choose the best proposals for solving project tasks.

№ 3

1529. Ревенко В. Б. Метод синтезу радіотехнічних слідкувальних систем високої точності з розділеними процедурами управління і фільтрації / В. Б. Ревенко, Н. М. Карашук // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 3 (66). – С. 37-47.

Актуальність. У комбінованих системах автоматичного управління (САУ) з принципом керування за збуренням виникають труднощі контролю збурень у деяких об'єктах радіотехнічних систем та децю менша точність. Це особливо помітно, коли на об'єкт діє кілька рівноцінних збурень, врахування яких потребує підвищення складності і зменшення надійності САУ. А нехтування різко знижує точність системи. Тому є необхідність у розробці методу синтезу радіотехнічних слідкувальних систем, який усуває вказані недоліки.

Мета. Розробка методу синтезу автоматичних слідкувальних систем високої точності із розділеними процедурами управління та фільтрації в умовах, коли величина, яка управляється, не вимірюється (вхідний корисний вплив), при наявності збурень для побудови слідкувальних систем (особливо радіотехнічних, де вхідна корисна дія не вимірюється, а тому комбіноване управління неможливе).

Метод. Для досягнення мети дослідження використовувалися методи теорії автоматичного управління.

Результати. Показано, що в слідкувальних САУ, які працюють за відхиленням існує протиріччя між умовами роздільного синтезу фільтра оцінювання (згладжування) і фільтра (регулятора) управління. Запропоновано рішення задачі управління і оцінювання в рамках двоконтурних систем, еквівалентних комбінованим системам. Другий контур можна представити добутком зворотної передаточної функції за помилкою першого контуру на передаточну функцію регулятора, охопленого позитивним зворотнім зв'язком, а також на зворотню передаточну функцію об'єкту управління без інтегруючих ланок. Запропоновано замість розімкнутого регулятора застосовувати фільтр оцінювання з передаточною функцією замкнутого фільтра для отримання оцінки. Характеристичний поліном двоконтурної системи автоматичного управління виключає вплив і його фільтра оцінювання другого контуру на стійкість всієї САУ. Поліном чисельника передаточної функції за помилкою повинен мати різницю поліномів, що забезпечує досягнення інваріантності. Двоконтурна САУ являється еквівалентною комбінованій, так як в ній забезпечується: інваріантність помилки відносно задавальної дії без безпосереднього її вимірювання; стійкість першого контуру при стійкому другому контурі. Синтезована двоконтурна САУ, еквівалентна комбінованій. Розрахований та побудований фільтр оцінювання, проведений аналіз впливу цього фільтра на астатизм САУ (тобто на її точність).

Висновки. Наукова новизна розробленого методу синтезу автоматичних слідкувальних систем високої точності із розділеними процедурами управління та фільтрації в умовах, коли величина, яка управляється, не вимірюється при наявності збурень полягає в тому, що еквівалентність комбінованим системам, на відміну від методів диференціальних зв'язків, досягається не трьома, а двома контурами управління. Практична значущість полягає в тому, що запропонований метод доцільно застосовувати для побудови слідкувальних радіотехнічних систем, де вхідна корисна дія не вимірюється при наявності зовнішніх впливів та збурень, в системах управління літальними апаратами.

1530. Тчинецький С. А. Технологія сентимент-аналізу відгуків користувачів систем Е-комерції на основі машинного навчання / С. А. Тчинецький, Б. О. Поліщук, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – С. 104-119.

Актуальність. Взаємодія між компанією та цільовою аудиторією досліджується вже століттями. З самого початку комерційних відносин, стосунки надавача послуг та отримувача цінувалися чи не понад усе. Торгівля побудована на довірі та повазі. Імідж підприємця часто є важливішим ніж товар, який він продає. Забагато сотень років, взаємини торговця і покупця, підприємця та клієнта не втратили важливості і в час масової диджиталізації якості відносин компанії та цільової аудиторії різного розміру та професійна підтримка зворотного зв'язку з клієнтами часто визначають успіх е-бізнесу. Для цього необхідні додаткові інструменти та інформаційні технології для допомоги бізнесменам слідувати за можливостями розвитку е-бізнесу в певній локації, а також встановлювати зворотній зв'язок з користувачами за допомогою соціальних мереж та ЗМІ. Такі інструменти допоможуть суттєво розширити бачення ринкових можливостей для е-бізнесу, з'ясує – в які з них є сенс інвестувати, а на які не варто витрачати час. Також побачити, яка ідея має майбутнє і яку бізнес-модель потрібну реалізувати/підтримувати/розвивати для стрімкого розвитку територіального/міжрегіонального е-бізнесу. Також допоможе розібратися, які важелі мають найбільший ефект для зміни політики бізнесу: що не чіпати, а що змінити, щоб забезпечити високу швидкість в реалізації задуму на основі аналізу відповідних результатів досліджень, наприклад, отримувати: прямий фідбек від клієнтів, динаміку зміни загальної задоволеності або зацікавленості цільової аудиторії та переваги/недоліки від користувачів за допомогою NLP-аналізу; підтримку розвитку е-бізнесу відносно локацій знаходження їхнього підприємства та найкращі напрями розвитку; – графіки розвитку бізнесу (покращення/погіршення) залежно від змісту коментарів.

Метою дослідження є розробка інформаційної технології підтримки розвитку е-бізнесу за допомогою аналізу локацій знаходження бізнесу, опрацювання фідбеку від користувачів, аналізу та класифікації відгуків клієнтів в режимі реального часу з соціальних мереж: Twitter, Reddit, Facebook та інші за допомогою методів глибокого навчання та Natural Language Processing українсько- та англійських текстів.

Метод. Для аналізу відгуків користувачів та клієнтів використано NLP-методи. Серед методів реалізації основних функцій класифікації англійських новин використані так і методи машинного навчання, як: Наївний Баєсів класифікатор, логістична регресія та метод опорних векторів. Для класифікації українських відгуків від користувачів використано алгоритм Наївного Байєса, оскільки він добре показує себе на малих обсягах даних, простий у тренуванні та експлуатації та добре працює з текстовими даними. Наївний класифікатор Байєс є дуже хорошим варіантом для нашої системи і з розрахунку того, що кількість відгуків у дата сеті є меншою порівняно з середніми показниками.

Результати. Розроблено модель машинного навчання для аналізу та класифікації українських та англійських відгуків від користувачів систем е-комерції.

Висновки. Створена модель показує відмінні результати класифікації на тестових даних. Загальна точність сентиментальної моделі для аналізу українського контенту є доволі задовільною, 92.3%. Найкраще з завданням аналізу впливу англійських новин на фінансовий ринок впорався метод логістичної регресії, який показав точність 75,67%. Безперечно, це не є бажаним результатом, проте це найбільший показник із усіх розглянутих. Деяко гірше зі завданням впорався метод опорних векторів (SVM), який показав точність 72,78%, що є деяко гіршим результатом за той, який було отримано завдяки методу логістичної регресії. І найгірше зі завданням впорався метод наївного баєсового класифікатора, який отримав точність 71,13%, що є меншою за отриману у двох попередніх методах.

1531. Avramenko V. V. Recognition of reference signals and determination of their weighting coefficients if an additive interference presents / V. V. Avramenko, M. O. Bondarenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 73-82.

Context. The subject matter of the article is the recognition of a reference signal in the presence of additive interference.

Objective. The recognition of the reference signal by the obtained value of its weighting factor in conditions where additive interference is imposed on the spectrum of the reference signal at unknown random frequencies. The task is the development of a method for recognizing a reference signal for the case when the interference consists of an unknown periodic signal that can be represented by a finite sum of basis functions. In addition, interference may also include deterministic signals from a given set with unknown weighting coefficients, which are simultaneously transmitted over the communication channel with the reference signal.

Method. The method of approximating the unknown periodic component of the interference by the sum of basis functions is used. The current number of values of the signal that enters the recognition system depends on the number of basis functions. This signal is the sum of the basic functions and the reference signal with unknown weighting coefficients. To obtain the values of these coefficients, the method based on the properties of the disproportion functions is used. The recognition process is reduced to the calculation of the weight coefficient of the reference signal. If it is zero, it indicates that the reference signal is not part of the signal being analyzed. The recognition system is multi-level. The number of levels depends on the number of basis functions.

Results. The obtained results show that, provided that the reference signal differs by at least one component from the given set of basis functions, the recognition is successful. The given examples show that the system recognizes the reference signal even in conditions where the weighting coefficient of the interference is almost 1000 times greater than the coefficient for the reference signal. The recognition system also works successfully in conditions where the interference includes the sum of deterministic signals from a given set, which are simultaneously transmitted over the communication channel.

Conclusions. The scientific novelty of the obtained results is that a method for recognizing the reference signal has been developed in conditions where only an upper estimate of its maximum frequency is known for the periodic component of the interference. Also, recognition occurs when, in addition to unknown periodic interference, the signals from a given set with unknown weighting coefficients are superimposed on the reference signal. In the process of recognition, in addition to the weighting factor for the reference signal, the factors for the interference components are also obtained.

1532. Barkalov A. A. Test graph-schemes of the algorithms of finite state machines work for assessing the efficiency of automated synthesis in Xilinx Vivado CAD / A. A. Barkalov, L. A. Titarenko, R. M. Babakov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 120-129.

Context. The problem of evaluating the effectiveness of the automated design of a microprogram finite state machine with the operational transformation of state codes using Xilinx Vivado CAD is considered. The object of the research was graph-schemes of control algorithms implemented by finite state machine and able to prove the effectiveness of the principle of operational transformation of state codes in comparison with standard synthesis methods built into the CAD, in the context of hardware expenses optimization.

Objective. Development and research of graph-schemes of control algorithms in order to substantiate the effectiveness of the application of structure of the finite state machine with datapath of transitions in comparison with the built-in methods of synthesizing finite state machines in Xilinx Vivado CAD in the basis of programmable logic devices.

Method. The research is based on the hypothetical assumption that the Xilinx Vivado CAD has built-in methods of automated design of the circuit of a finite state machine, the effectiveness of which, according to the criterion of hardware expenses, exceeds other known methods of optimizing hardware expenses in the finite state machine circuit. In order to refute this hypothesis, it is proposed to prove that in some cases known methods of hardware expenses optimization in the finite state machine circuit are more effective in comparison with the methods built into CAD. In this work, as a well-known optimization method, the method of operational transformation of state codes, which corresponds to the structure of a finite state machine with datapath of transitions, is chosen. The effectiveness of this method is demonstrated on the example of several test graph-schemes of algorithms, the structure of which is abstract and artificially adapted to the chosen optimization method. The adaptation of the selected graph-schemes of the algorithms consists in the fact that a relatively small number of transition operations is required for their implementation with the help of a finite state machine with datapath of transitions. This contributes to the simplification of the circuit of the finite state machine and the reduction of hardware costs for its implementation. At the same time, the test graph-schemes of the algorithms have the possibility of scaling, which allows to automate the construction of VHDL models of the corresponding finite state machines for graph-schemes of different sizes and to evaluate the optimization of hardware expenses for finite state machines of different complexity.

Results. Using the example of several graph-schemes of algorithms, it is demonstrated that in some cases none of the finite state machine synthesis methods built into the Xilinx Vivado CAD is able to surpass the method of operational transformation of state codes according to the criterion of hardware expenses for the implementation of a finite state machine circuit. At the same time, a several-fold gain in hardware expenses can be achieved, which indicates the expediency of using this method under certain conditions. The formal definition of such conditions for the considered and other known optimization methods is a separate unsolved scientific problem.

Conclusions. The conducted experiments confirmed that in some cases, the known methods of synthesis of finite state machines allow to obtain circuits with lower hardware expenses than when using the methods of synthesis of finite state machines contained in Xilinx Vivado CAD. This testifies to the general expediency of using existing and developing new methods of hardware expenses optimization in the circuit of the finite state machines and the current relevance of the theory of the synthesis of digital automata as a scientific direction.

1533. Boyko N. I. K-NN's nearest neighbors method for classifying text documents by their topics / N. I. Boyko, V. Y. Mykhailyshyn // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 83-96.

Context. Optimization of the method of nearest neighbors k-NN for the classification of text documents by their topics and experimentally solving the problem based on the method.

Objective. The study aims to study the method of nearest neighbors k-NN for classifying text documents by their topics. The task of the study is to classify text documents by their topics based on a dataset for the optimal time and with high accuracy.

Method. The k-nearest neighbors (k-NN) method is a metric algorithm for automatic object classification or regression. The k-NN algorithm stores all existing data and categorizes the new point based on the distance between the new point and all points in the training set. For this, a certain distance metric, such as Euclidean distance, is used. In the learning process, k-NN stores all the data from the training set, so it belongs to the "lazy" algorithms since learning takes place at the time of classification. The algorithm makes no assumptions about the distribution of data and it is nonparametric. The task of the k-NN algorithm is to assign a certain category to the test document x based on the categories k of the nearest neighbors from the training dataset. The similarity between the test document x and each of the closest neighbors is scored by the category to which the neighbor belongs. If several of k 's closest neighbors belong to the same category, then the similarity score of that category for the test document x is calculated as the sum of the category scores for each of these closest neighbors. After that, the categories are ranked by score, and the test document is assigned to the category with the highest score.

Results. The k-NN method for classifying text documents has been successfully implemented. Experiments have been conducted with various methods that affect the efficiency of k-NN, such as the choice of algorithm and metrics. The results of the experiments showed that the use of certain methods can improve the accuracy of classification and the efficiency of the model.

Conclusions. Displaying the results on different metrics and algorithms showed that choosing a particular algorithm and metric can have a significant impact on the accuracy of predictions. The application of the ball tree algorithm, as well as the use of different metrics, such as Manhattan or Euclidean distance, can lead to improved results. Using clustering before applying k-NN has been shown to have a positive effect on results and allows for better grouping of data and reduces the impact of noise or misclassified points, which leads to improved accuracy and class distribution.

1534. Чепыноха В. В. Polynomial estimation of data model parameters with negative kurtosis / В. В. Чепыноха, А. В. Чепыноха, В. В. Палаhin // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 3 (66). – Р. 64-72.

Context. The paper focuses on the problem of estimating the center of distribution of the random component of experimental data for density models with a negative kurtosis.

Objective. The goal of this research is to develop methods to improve the efficiency of polynomial estimation of parameters of experimental data with a negative kurtosis coefficient.

Method. The study applies a relatively new approach to obtaining estimates for the center of the probability distribution from the results of experimental data with a stochastic component. This approach is based on polynomial estimation methods that rely on the mathematical apparatus of Kunchenko's stochastic polynomials and the description of random variables by higher-order statistics (moments or cumulants). A number of probability density distributions with a negative kurtosis coefficient are used as models of the random component. As a measure of efficiency, the ratio of variance of the estimates for the center of the distribution found using polynomial and classical methods based on the parameter of amount of information obtained is used. The relative accuracy of polynomial estimates in comparison with the estimates of the mean, median and quantile estimates (center of curvature) is researched using the Monte Carlo method for multiple tests.

Results. Polynomial methods for estimating the distribution center parameter for data models of probability distribution density with a negative kurtosis coefficient have been constructed.

Conclusions. The research carried out in this paper confirms the potentially high efficiency of polynomial estimates of the coordinates of the center of the experimental data, which are adequately described by model distributions with a negative kurtosis. Statistical modeling has confirmed the effectiveness of the obtained estimates in comparison with the known non-parametric estimates based on the statistics of the mean, median, and quantile, even with small sample sizes.

1535. Credibilistic robust online fuzzy clustering in data stream mining / А. Y. Shafronenko, N. V. Kasatkina, Y. V. Bodyanskiy, Y. O. Shafronenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 3 (66). – Р. 97-104.

Context. The task of clustering-classification without a teacher of data arrays occupies an important place in the general problem of Data Mining, and for its solution there exists currently many approaches, methods and algorithms. There are quite a lot of situations where the real data to be clustered are corrupted with anomalous outliers or disturbances with non-Gaussian distributions. It is clear that "classical" methods of artificial intelligence (both batch and online) are ineffective in this situation. The goal of the paper is to develop a credibilistic robust online fuzzy clustering method that combines the advantages of credibilistic and robust approaches in fuzzy clustering tasks.

Objective. The goal of the work is online credibilistic fuzzy clustering of distorted data, using of credibility theory in data stream mining.

Method. The procedure of fuzzy clustering of data using credibilistic approach based on the use of both robust goal functions of a special type, insensitive to outliers and designed to work both in batch and its recurrent online version designed to solve Data Stream Mining problems when data are fed to processing sequentially in real time.

Results. Analyzing the obtained results overall accuracy of clustering methods and algorithm, proposed method similar with result of credibilistic fuzzy clustering method, but has time superiority regardless of the number observations that fed on clustering process.

Conclusions. The problem of fuzzy clustering of data streams contaminated by anomalous non-Gaussian distributions is considered. A recurrent credibilistic online algorithm based on the objective function of a special form is introduced, which suppresses these outliers by using the hyperbolic tangent function, which, in addition to neural networks, is used in robust estimation tasks. The proposed algorithm is quite simple in numerical implementation and is a generalization of some well-known online fuzzy clustering procedures intended for solving Data Stream Mining problems.

1536. Danshyna S. Y. Information technology of forming the educational network of the territorial community / S. Y. Danshyna, A. S. Nechausov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 130-140.

Context. Local government organizations have significant decision-making power in the field of education. This requires the development of understandable tools that help form a network of educational institutions that provide high-quality educational services. The object of the study was the process of forming an educational network (ENW) of the community in the implementation of territorial development projects as part of the reform of local self-government.

Objective. The goal of the work is to increase objectivity of decisions made in the formation of the ENW territorial community, summarizing demographic, infrastructural, personnel, economic factors when choosing the location of ENW facilities.

Method. The study of the classical placement problem and its further adaptation to real problems arising from the implementation of the education reform made it possible to represent ENW territorial communities as a set of independent complete bipartite graphs. In this case, to solve the problem of choosing the location of an educational institution on the network, an information technology (IT) was developed to form an ENW territorial community. Based on the adapted p-median model and methods of geospatial analysis, generalizing the requirements of the current legislation, a set of input and output parameters of IT and a set of its operations are formed. The representation of the IT structure in the form of an IDEF0-model clearly explains how a combination of various factors is processed and generalized when making decisions while creating ENW and looking for ways to improve it.

Results. The developed IT was investigated in solving the problem of forming a network of lyceums in the Kharkiv region using geospatial information, open statistical data and data on lyceums. The proposed accommodation options make it possible to achieve a general level of accessibility of specialized secondary education of almost 94%. IT has additional tools for solving the problems of transporting students to the place of study and home.

Conclusions. The experiments carried out confirmed the operability of the proposed IT. The generalization of the results obtained makes it possible to recommend it for practical use in solving the problems of analyzing the current state of ENW, finding ways to improve it and possible directions for development, as well as evaluating solutions related to the spatial planning of ENW.

1537. Energy efficiency research of LPWAN technologies / Y. V. Lykov, D. Y. Gorelov, A. A. Lykova, S. O. Savenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 27-36.

Context. The emergence of the Internet of Things (IoT) has led to the development of various low-power wide area network (LPWAN) technologies that are designed to provide transmission of small data packets over long distances with minimal energy consumption. The two most well-known LPWAN technologies are LoRaWAN and Sigfox. This study aims to compare the energy efficiency of these two technologies to determine their suitability for use in autonomous solutions.

Objective. The objective of this study is to compare the energy efficiency of LoRaWAN and Sigfox technologies for IoT devices. The comparison will help determine which technology is better for autonomous solutions when devices need to operate for extended periods of time without frequent battery replacements.

Method. In this work, taking into account the specifications of the investigated radio technologies, mathematical modeling of the time of data transmission or reception is used depending on the payload, and information on the power supply current is taken from official datasheets for the components of the investigated devices.

Results. The results of the study show that both LoRaWAN and Sigfox are energy-saving technologies, but LoRaWAN is generally more energy-efficient than Sigfox. In addition, LoRaWAN has adaptive modes and significantly more manual settings, which in some cases further reduces the energy per bit of data compared to Sigfox.

Conclusions. LoRaWAN is the best choice for autonomous solutions where energy efficiency is crucial. This study provides valuable information for designers and developers of IoT devices, allowing them to make informed decisions when choosing LPWAN technologies for their autonomous solutions.

1538. Filatov V. O. Improved multi-objective optimization in business process management using R-NSGA-II / V. O. Filatov, M. A. Yerokhin // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 187-195.

Context. Business process management is a critical component in contemporary organizations for maintaining efficiency and achieving operational objectives. Optimization of these processes in terms of time and cost can lead to significant improvements in overall business performance. However, traditional optimization techniques often face challenges in handling multi-objective problems with a known time-cost trade-off, necessitating more effective solutions. The integration of a business process model and notation for a stochastic process simulation provides a robust foundation for analyzing these business processes and complies with state-of-the-art business process management. In prior studies, we applied several heuristic algorithms, including the evolutionary NSGA-II, to find a Pareto-optimal set of solutions. We defined a solution as a pair of cost and time associated with a specific resource allocation. For one of the selected processes, the performance of NSGA-II was subpar compared to other techniques.

Objective. The goal of this study is to improve upon the NSGA-II's performance and, in turn, enhance the efficiency of multi-objective business process optimization. Specifically, we aim to incorporate reference points into NSGA-II. Our goal is to identify an optimized set of solutions that represent a trade-off between process execution time and the associated cost. We expect this set to have a higher spread and other quality metrics, compared to the prior outputs.

Method. To accomplish our objective, we adopted a two-step approach. Firstly, we modified the original genetic algorithm by selecting and integrating the reference points that served to guide the search towards the Pareto-optimal front. This integration was designed to enhance the exploration and exploitation capabilities of the algorithm. Secondly, we employed the improved algorithm, namely R-NSGA-II, in the stochastic simulations of the business processes. The BPMN provided the input for these simulations, wherein we altered the resource allocation to observe the impact on process time and cost.

Results. Our experimental results demonstrated that the R-NSGA-II significantly outperformed the original NSGA-II algorithm for the given process model, derived from the event log. The modified algorithm was able to identify a wider and more diverse Pareto-optimal front, thus providing a more comprehensive set of optimal solutions concerning cost and time.

Conclusions. The study confirmed and underscored the potential of integrating the reference points into NSGA-II for optimizing business processes. The improved performance of R-NSGA-II, evident from the better Pareto-optimal front it identified, highlights its efficacy in multi-objective optimization problems, as well as the simplicity of the reference-based approaches in the scope of BPM. Our research poses the direction for the further exploration of the heuristics to improve the outcomes of the optimization techniques or their execution performance.

1539. Generalized fractional gaussian noise prediction based on the Walsh functions
/ V. N. Gorev, A. Y. Gusev, V. I. Korniienko, Y. I. Shedlovska // Радіоелектроніка,
інформатика, управління. – 2023. – № 3 (66). – Р. 48-54.

Context. Some of the authors' recent papers were devoted to the Kolmogorov-Wiener filter for telecommunication traffic prediction in some stationary models, such as the fractional Gaussian noise model, the power-law structure function model, and the GFSD (Gaussian fractional sum-difference) model. Recently, the so-called generalized fractional Gaussian noise model was proposed for stationary telecommunication traffic description in some cases. So, in this paper the theoretical fundamentals of the continuous Kolmogorov-Wiener filter used for the prediction of the generalized fractional Gaussian noise are investigated.

Objective. The aim of the work is to obtain the filter weight function as an approximate solution of the corresponding Wiener-Hopf integral equation with the kernel equal to the generalized fractional Gaussian noise correlation function.

Method. A truncated Walsh function expansion is proposed in order to obtain the corresponding solution. This expansion is a special case of the Galerkin method, in the framework of which the unknown function is sought as a truncated series in orthogonal functions. The integral brackets and the results for the mean absolute percentage errors, which are a measure of discrepancy between the left-hand side and the right-hand side of the Wiener-Hopf integral equation, are calculated numerically on the basis of the Wolfram Mathematica package.

Results. The investigation is made for approximations up to sixty four Walsh functions. Different model parameters are investigated. It is shown that for different model parameters the proposed method is convergent and leads to small mean absolute percentage errors for approximations of rather large numbers of Walsh functions.

Conclusions. The paper is devoted to a theoretical construction of the continuous Kolmogorov-Wiener filter weight function for the prediction of a stationary random process described by the generalized fractional Gaussian noise model. As is known, this model may give a good description of some actual telecommunication traffic data in systems with packet data transfer. The corresponding weight function is sought on the basis of the truncated Walsh function expansion method. The corresponding discrepancy errors are small and the method is convergent.

1540. Growing tree method for optimisation of multifactorial experiments / M. D. Koshovyi, O. T. Pylypenko, I. V. Pyina, V. V. Tokarev // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 55-63.

Context. The task of planning multifactorial experiments is important in science and industrial production. In the context of competition, rising costs, and increasing efficiency, it is necessary to optimize plans for multifactorial experiments in terms of cost and time. To solve this problem, there are a number of approaches and methods, the choice of which for a competitive technical task is an important and difficult task. In this regard, there is a need to develop new methods for optimizing the cost (time) of multifactorial experiment plans, compare them with existing methods, and give recommendations for practical application in the study of real objects.

Objective. The purpose of the study is to develop and test the method of growing trees, to evaluate its effectiveness in comparison with other methods. The following tasks have been solved to achieve this goal: the proposed method of growing trees has been implemented in the form of software; the method has been used to optimize plans for multifactorial experiments in the study of real objects; its effectiveness has been evaluated in comparison with other methods; recommendations for its use were given.

Method. The proposed method of growing trees is based on the application of graph theory. The advantage of the method is the reduction of time for solving optimization problems related to the construction of optimal plans for multifactorial experiments in terms of cost (time) expenses. Another characteristic feature is the high accuracy of solving optimization problems.

Results. The results of experiments and comparisons with other optimization methods confirm the efficiency and effectiveness of the proposed method and allow us to recommend it for the study of objects with the number of significant factors $k \leq 7$. It is promising to further expand the range of scientific and industrial objects for their study using this method.

Conclusions. A growing tree method has been developed for the optimization of multifactorial experimental plans in terms of cost and time expenditures, along with software that implements it using the Angular framework and the TypeScript programming language. The effectiveness of the growing tree method is shown in comparison with the following methods: complete and limited enumeration, monkey search, modified Gray code application, and bacterial optimization. The growing tree method is faster than complete enumeration and can be applied to optimize multifactorial experimental plans in terms of cost (time) expenses for objects with a number of factors $k \leq 7$. In solving optimization problems, the method of growing trees gives better results compared to monkey search, limited enumeration and bacterial optimization.

1541. Ivohin E. V. On the recursive algorithm for solving the traveling salesman problem on the basis of the data flow optimization method / E. V. Ivohin, V. V. Gavrylenko, K. E. Ivohina // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 141-147.

Context. The article considers a technique for the sequential application of flow schemes for distributing a homogeneous re-source for solving the traveling salesman problem, which is formulated as the problem of finding a route to visit a given number of cities without repetitions with a minimum duration of movement. The task of formalizing the algorithm for solving the traveling salesman problem by the method of streaming resource distribution using the backtracking scheme is posed. The use of Orlin's method to optimize the flow distribution on the graph is proposed.

Objective. The goal of the work is to develop an algorithm for solving the traveling salesman problem based on the implementation of the method of streaming resource distribution and the backtracking scheme with the minimum duration of movement along the route.

Method. This paper proposes a method for solving the traveling salesman problem by the method of streaming resource distribution with the backtracking scheme. A scheme for formalizing the procedure for solving the traveling salesman problem with the minimum duration of movement along the route is described. A variant of accelerating the speed of the developed algorithm is proposed, which consists in using a greedy technique in the procedure for selecting route sections: planning each subsequent stage of movement is determined based on the choice of the fastest direction of movement. The results of the proposed algorithm for calculating solutions to the traveling salesman problem with minimization of the duration of movement are presented, the obtained solutions are compared with the solutions found by other exact and heuristic methods.

Results. The method for solving the traveling salesman problem using the method of streaming resource allocation and using the backtracking scheme is developed. A variant of accelerating the speed of the developed algorithm is proposed, which consists in using a greedy technique in the procedure for selecting route sections: planning each subsequent stage of movement is determined based on the choice of the fastest direction of movement. The application of the greedy approach makes it possible to obtain a constructive scheme for solving the traveling salesman problem. The results of the proposed algorithm for calculating solutions to the traveling salesman problem with minimization of the duration of movement are presented, the obtained solutions are compared with the solutions found by other exact and heuristic methods.

Conclusions. The paper considers a method for formalizing the algorithm for solving the traveling salesman problem using the method of streaming resource allocation and the backtracking scheme. The use of Orlin's method to optimize the flow distribution on the graph is proposed. The scheme of formalization of the procedure for using the method with the implementation of the backtracking scheme for solving the traveling salesman problem with the minimum duration of movement along the route is briefly described. A variant of accelerating the speed of the developed algorithm is proposed.

1542. Khandetskyi V. S. Performance analysis of wireless computer networks in conditions of high interference intensity / V. S. Khandetskyi, V. V. Gerasimov, N. V. Karpenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 148-159.

Context. The decrease in the probability of successful frame transmission in the infrastructure domain of IEEE 802.11 DCF wireless network is caused both by the influence of the collision intensity and by the impact of external interference in the radio path. Using the Markov chain approach as a baseline, we explicitly expressed the dependence of the network throughput on the number of operating stations, bit error rate (BER), and the frame fragmentation factor.

Objective. The purpose of this article is to study the influence of interference intensity on the throughput of a wireless network domain in a wide range of the number of operating stations when transmitting frames of various lengths in the absence and with the use of the fragmentation mechanism.

Method. The performed mathematical modelling showed, that in the range of increased and high noise intensity ($BER = 10^{-5} - 10^{-4}$), a decrease in the length of the frame data field from the standard length of 12000 bits to 3000 bits is accompanied by a decrease in the throughput for all values of the number of competing stations. At the same time, it must be noted that as the amount of the frame data decreases, the throughput becomes less susceptible to an increase in the noise intensity. Qualitatively different results are obtained in the region of very high interference intensity ($BER = 2 \cdot 10^{-4}$). A significant increase in the probability of frame transmission in this region observed with a decrease in the standard length of the frame data field by 2–3 times, made it possible to increase the throughput compared to the original one. This effect is especially pronounced when the length is halved.

Results. The study of the standard frame transmitting process, but with a fragmented data field, showed that if for $BER = 5 \cdot 10^{-5}$ and less with an increase in fragmentation factor, the throughput values decrease, in the entire range of the number of stations due to the predominant increase in overhead costs, then in the region of high ($BER = 10^{-4}$) and very high noise intensity ($BER = 2 \cdot 10^{-4}$) we have the opposite effect. To the greatest extent, the throughput increases when the frame data is transmitted in two equal fragments. We have made a comparison of the network throughput determined by simply reducing the length of the frame data field and using fragmentation of a standard frame. The comparison showed that the use of the fragmentation mechanism is more beneficial both when throughput is stabilized under conditions of increased noise intensity and when the throughput is increased under conditions of high and very high noise intensity.

Conclusions. In this article, a mathematical model has been modified for direct calculation of the wireless network throughput. Using this model, we studied the changes in throughput over a wide range of BER and a number of operation stations for various values of the transmitted frame fragmentation factor. The conditions for increasing the throughput are determined.

1543. Mathematical model of the current time for three-fragment radar signal with non-linear frequency / O. O. Kostyria, A. A. Hryzo, O. M. Dodukh, O. P. Narezhnyi, A. V. Fedorov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 17-26.

Context. The authors of the article have developed a new mathematical model that allows taking into account frequency and phase distortions that occur in a three-fragment signal during the transition from one fragment to another, when the rate of frequency modulation of the signal changes. The object of research is the process of formation and processing of radar non-linear frequency modulation signals.

Objective. The purpose of the work is to develop and research a mathematical model of current time for a signal with non-linear frequency modulation, which consists of three linear frequency modulated fragments.

Method. The article provides a theoretical justification of the need to develop a mathematical model in the current time for a three-fragment signal with non-linear frequency modulation, capacity for work of the created model is demonstrated on the example of several radio signals that differ in frequency parameters. With the same signal parameters, the obtained results were compared with the results of the known model, for which known methods of spectral and correlation analysis were used. A distinctive feature of the proposed model is the consideration of jumps in the instantaneous frequency and phase of the signal that occur during the transition from one linear-frequency modulated fragment to the next. Such jump-like changes in frequency and phase in known models of signals with non-linear frequency modulation are not compensated for, which causes distortion of their spectra and an increase the side lobes level of auto-correlation (mutual-correlation) functions.

Results. A comparative check of the developed and known signal models indicates a decrease the side lobes level of the autocorrelation function by 3 dB or more, depending on the given frequency-time parameters.

Conclusions. The application of the proposed mathematical model makes it possible to form and process radar signals, which include three linear-frequency modulated fragments. Compensation of jump-like changes in frequency and phase leads to a decrease in the degree of distortion of the spectrum and, as a result, an increase in its effective width, which ensures a narrowing of the main lobe and a decrease the side lobes level of the auto-correlation function.

1544. Nahorny V. V. Application of blow-up theory to determine the service life of small-series and single items / V. V. Nahorny // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 196-205.

Context. The actual task of developing a method for determining the service life of small-series and single items based on the blow-up modes theory has been solved.

Objective. Application of the blow-up theory in conditions where there are no statistical data on the dynamics of behaviour during the operation of small-series and single items.

Method. To determine the service life of a particular product manufactured in large series, information obtained for a set of similar products of the same type is used. This information is based on numerous experiments, mathematical statistics and probability theory. When operating small-series and single items, such information is not available. In this case, it is necessary to determine the individual resource of an individual product based on the results of an analysis of its behaviour in the past. The method presented in the article is based on the application for such an analysis of the method used when considering systems operating in blow-up mode. The essence of the technique is to extract the periodic component from the temporal realization of the control parameter. This component is modelled by a Fourier series consisting of log-periodic functions. The main coefficients of these functions are the time equal to the operating time of the product until the end of its service life.

Results. The method under consideration has been successfully tested in determining the service life of the transport-dumping bridge, related to products that are actually single items.

Conclusions. An analysis of the experimental data on the behaviour of the load-bearing elements of a transport-dump bridge confirms the assumption about the behaviour of the bridge structure as a system operating in a blow-up mode. This made it possible to determine in advance the service life of the power units of the bridge and obtain the result directly in units of time, without requiring information about the maximum permissible value of the controlled parameter to obtain this information. For the first time, the possibility is shown to consider the behaviour of small-series and single items as dynamic systems operating in a blow-up mode. Practical significance. A solution to the topical problem of determining the service life of small-series and single items is proposed.

1545. Power supply of ring antenna using directional couplers / L. Y. Ilnitskyi, O. A. Shcherbyna, M. Y. Zaliskyi, I. I. Mykhalchuk, O. V. Kozhokhina // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 6-16.

Context. The circular polarization of radio waves is used in various electronic systems. This includes, for example, space communications stations, some radio relay communication systems, radar stations, data transmission systems and others. The characteristics of radio wave propagation are studied by using electromagnetic waves separated by circular orthogonal polarization in radiomonitoring and radiocontrol systems. Compared to other antenna types, circularly polarized antennas, such as rings, have superior design simplicity and excellent electrodynamics properties.

Objective. The objective of this study is to analyse the characteristics and application of directional microstrip couplers for supplying power to ring antennas.

Method. To better the performance of microstrip ring antennas, the reasons for their limited operating frequency range are analysed. These causes include the frequency-dependent parameters of the coupler, errors in calculating the directional coupler circuit, and radiation from asymmetric strip lines. To understand how supply lines, affect antenna characteristics, correlations between radiation fields determined in both its coordinate system and that of the primary axis are taken into account.

Results. An analysis of the dependence graphs of the main characteristics of ring microstrip antennas with intricate power supply circuits for directional couplers and comparison with similar characteristics for simple circuits revealed that the shape of the radiation pattern in the higher radiation hemisphere became symmetrical about the axis, especially when symmetrically supplying the ring with branch-line couplers. The frequency band has also widened, at which there was an acceptable degree of deviation in the ellipticity coefficient from unity.

Conclusions. The simulation results of microstrip ring antennas with power lines connected to directional couplers of different types showed that supplying the ring antenna with electricity via the directional coupler ensures circular polarization for the emitted electromagnetic waves. Additionally, the range of operating frequencies where there is only a small discrepancy in ellipticity coefficient remains at an acceptable level of -3 dB is quite broad. By utilizing directional branch-line couplers to power a ring antenna, it is possible to simultaneously emit both right and left circularly polarized waves with the same antenna.

1546. Serhieiev O. S. Modified genetic algorithm approach for solving the two-stage location problem / O. S. Serhieiev, S. A. Us // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 3 (66). – P. 159-170.

Context. Optimization of logistics processes is one of the important tasks of supply chain management in various fields, including medicine. Effective coordination in medical logistics is essential to ensure public health and prosperity. This is especially essential during global emergencies when the rapid and efficient distribution of medicines is critical. In addition, professional logistics management is critical to delivering humanitarian aid, where the timely transportation of medical supplies and resources can be life-saving. The most advanced technologies and algorithms are being used to improve medical logistics processes. This paper considers modifying the genetic algorithm for solving the two-stage location problem in supply chain management in the distribution of medicines and medical equipment.

Objective. The work aims to build a model and develop an algorithm for solving a two-stage location problem in the context of the medical logistics problem with further analysis of their applications and performance.

Method. We propose to use a genetic algorithm to solve a two-stage logistics problem. The peculiarities of this algorithm are the modification of evaluation procedures and the use of mixed mutation, which allows for solving the problem effectively, considering irregularities in the statement regarding the subject – the limits on the centers' location at several stages of the logistic process.

Results. The paper deals with a two-stage location problem with constraints on the maximum number of centers. Considering the specific requirements of medical logistics in the transportation context of medicines and medical equipment, a mathematical model and modification of the genetic algorithm are proposed. The developed algorithm is tested on model tasks and can produce effective solutions for problems ranging in size from 25 to 1000. The solution process takes longer for larger problems with dimensions from 1001 to 2035. Additionally, the influence of increasing the maximum generations number on the time of execution is investigated. When the maximum generation value increases from 50 to 100 and from 100 to 150 generations, the algorithm's execution time increases by 45.69% and 51.68%, respectively. 73% of the total execution time is dedicated to the evaluation procedure. The algorithm is applied to the medical logistics problem in the Dnipropetrovsk region (Ukraine). An efficient solution is obtained within an acceptable execution time.

Conclusions. A mathematical model for a two-stage location problem in the context of medical logistics is introduced. It considers the peculiarities of the medical field. A solution algorithm based on a genetic approach is developed and applied to the medical logistics problem. The algorithm has been tested on model tasks of varying sizes, with a comprehensive analysis conducted on the correlation between the problem size and the algorithm's running time. In addition, it is investigated how the maximum number of generations affects the algorithm's execution time. The role of each stage in the genetic algorithm research towards the overall effectiveness of the algorithm is researched. The obtained results indicate high efficiency and wide application possibilities of the proposed mathematical model and algorithm. The developed method demonstrates high performance and reliability.

1547. Using ESP32 microcontroller for physical simulation of the wireless remote control / T. A. Vakaliuk, O. V. Andreiev, T. M. Nikitchuk, V. V. Osadchyi, O. F. Dubyna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 206-214.

Context. Due to the need for practical implementation of the theoretical provisions of the proposed method of the wireless transmission of the commands for controlling a moving object in conditions of intentional interference.

Objective of the work is a practical verification of the possibility of using a phase-pulse modulation of the linear-frequency-modulated signal for transmission a control commands through physical modeling using microcontrollers.

Method. Analytical calculations of the change in time of the voltage at the input and output of the device for optimal processing of the linear frequency-modulated signal were carried out exclusively using the computing capabilities of the microcontroller. The graphs of changes in time of the relevant parameters were built with the help of Excel using the data output to the monitor of the serial port of the Arduino IDE software environment. A digital oscilloscope with a USB host was used to monitor the operation of a wireless modem to transmit control commands to a moving object.

Results. Analytical calculations and physical modeling using a modern microcontroller proved the operability of the low-frequency part the wireless remote control modem with using phase-pulse modulation of the linear frequency-modulated signal.

Conclusions. The possibility of using phase-pulse modulation of the linear-frequency modulated signal for the transmission of control commands is considered. This method of transmitting the information component, unlike the existing methods, does not require changing the parameters of the linear frequency modulated signal. The use in the receiver of optimal processing of a linear-frequency-modulated signal of sufficiently big base will allow of the wireless transmission of the commands for controlling a moving object in conditions of the intentional interference. The use of modern microcontrollers made it possible to conduct a practical test of the functionality of the low-frequency part the wireless remote control modem with phase-pulse modulation of the linear-frequency modulated signal through physical modeling.

1548. Zosimov V. V. User evaluation-driven ranking concept / V. V. Zosimov, O. S. Bulgakova, V. I. Perederyi // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 3 (66). – P. 171-186.

Context. The problem of personalizing search engine results, empowering users with search result management tools and developing new ranking models based on user's subjective information needs. The object of the study was to modeling information search results in the Internet based on user ratings.

Objective. The goal of the work is to form unique expert groups for each user, based on calculating the measure of agreement between the current user's opinions and potential experts.

Method. Introducing a novel method for ranking search results based on user ratings, which takes a subjective approach to the ranking process. This approach involves the formation of distinct expert groups tailored to individual users. Experts are selected based on the level of agreement between their opinions and the current user, determined by shared ratings on a specific set of web resources. User selection for the expert group is based on their weight relative to the current user, serving as a measure of agreement. The proposed methodology offers a fresh approach to forming unique expert groups for each user, utilizing three different strategies depending on the presence of shared ratings on a particular set of web resources between the user and potential experts. The developed ranking method ensures that each user receives a personalized list of web resources with a distinct order. This is accomplished by incorporating unique ratings from the expert group members associated with each user. Furthermore, each rating contributes to the ranking model of web resources with an individual weight, calculated based on an analysis of their past system activity.

Results. The developed methods have been implemented in software and investigated for complex web data operation in real time.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed the effectiveness of the proposed software and recommend its practical use for solving complex web data operation in real time. Prospects for further research may include optimizing software implementations and conducting experimental investigations of the proposed methods on more complex practical tasks of various nature and dimensions

№ 4

1549. Медяков О. О. Технологія породження продовження пісень на основі стратегій генерації тесту, TEXT MINING і мовної моделі T5 / О. О. Медяков, В. А. Висоцька // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – С. 157-174.

Актуальність. Наперед навчені великі мовні моделі, на сьогодні – це локомотив розвитку не лише NLP, а й систем глибокого навчання загалом. Моделі трансформери здатні розв'язувати фактично усі задачі, що наразі існують, за умови виконання певних вимог та практик їх навчання. В свою чергу, слова, речення та тексти є базовим і найважливішим способом комунікації між інтелектуально розвиненими істотами. Звичайно, мовлення і тексти використовуються для донесення певних емоцій, подій тощо. Один з основних напрямків використання мови для опису пережитих емоцій – це пісні з текстами. Проте, часто через необхідність збереження ритми та римування, розмірності віршових рядків, структури пісні тощо, артистам приходится використовувати повторення рядків у текстах. Крім того, процес написання текстів може бути тривалим.

Метою дослідження є розробка інформаційної технології генерації продовження текстів пісень на основі моделі машинного навчання T5 з(SA, specific author) та без (NSA, non-specific author) врахування стилю автора.

Метод. Для процесу генерації важливим є питання вибору стратегії декодування. Проте, замість того, щоб надати перевагу конкретній стратегії, у системі буде підтримка множини стратегій. Зокрема такі 8 стратегій: Contrastive search, Top-p sampling, Top-k sampling, Multinomial sampling, Beam search, Diverse beam search, Greedy search, та Beam-search multinomial sampling.

Результати. Розроблено модель машинного навчання для генерації продовження текстів пісень з допомогою великих мовних моделей, зокрема моделі T5, для прискорення, доповнення та підвищення гнучкості процесу написання текстів до пісень.

Висновки. Створена модель показує відмінні результати генерації продовження текстів пісень на тестових даних. Аналіз вихідних даних показав, що модель NSA має менш деградаційні результати, а для моделі SA необхідно збалансовувати кількість тексту для кожного автора. Обраховано кілька текстових метрик як BLEU, RougeL та RougeN для кількісного порівняння результатів моделей та стратегій генерування. Значення метрики BLEU є найрізноманітнішим, і його значення значно змінюється, залежно від стратегії. При цьому Rouge метрики мають меншу варіативність, менший розмах значень. Для порівняння використано 8 різних методик декодування для генерації тексту, що підтримуються бібліотеку transformers. З усіх результатів порівняння текстів видно, що метрично найкращим методом генерації текстів пісень є beam пошук та його варіації, зокрема променевий семплінг. Contrastive search зазвичай перевершував звичайний жадібний підхід. Методи top-p та top-k не мають однозначної переваги один на одним, і в різних ситуаціях давали різні результати.

1550. Androsov D. V. Neural ordinary differential equations for time series reconstruction / D. V. Androsov // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – P. 69-75.

Context. Neural Ordinary Differential Equations is a deep neural networks family that leverage numerical methods approaches for solving the problem of time series reconstruction, given small amount of unevenly distributed samples.

Objective. The goal of the following research is the synthesis of a deep neural network that is able to solve input signal reconstruction and time series extrapolation task.

Method. The proposed method exhibits the benefits of solving time series extrapolation task over forecasting one. A model that implements encoder-decoder architecture with differential equation solving in latent space, is proposed. The latter approach was proven to demonstrate outstanding performance in solving time series reconstruction task given a small percentage of noisy and un-even distributed input signals. The proposed Latent Ordinary Differential Equations Variational Autoencoder (LODE-VAE) model was benchmarked on synthetic non-stationary data with added white noise and randomly sampled with random intervals between each signal.

Results. The proposed method was implemented via deep neural network to solve time series extrapolation task.

Conclusions. The conducted experiments have confirmed that proposed model solves the given task effectively and is recommended to apply it to solving real-world problems that require reconstructing dynamics of non-stationary processes. The prospects for further research may include the process of computational optimization of proposed models, as well as conducting additional experiments involving different baselines, e. g. Generative Adversarial Networks or attention Networks.

1551. Barkalov A. A. Synthesis of VHDL-model of a finite state machine with datapath of transitions / A. A. Barkalov, L. A. Titarenko, R. M. Babakov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 135-147.

Context. The problem of building a program model of a finite state machine with datapath of transitions using VHDL language is considered. The model synthesis process is identified with the synthesis of this type of finite state machine, since the built model can be used both for the analysis of the device's behavior and for the synthesis of its logic circuit in the FPGA basis. The object of the research is the automated synthesis of the logic circuit of the finite state machine with the datapath of transitions, based on the results of which numerical characteristics of the hardware expenses for the implementation of the state machine circuit can be obtained. This makes it possible to evaluate the effectiveness of using this structure of the finite state machine when implementing a given control algorithm.

Objective. Development and research of a VHDL model of a finite state machine with datapath of transitions for the analysis of the behavior of the state machine and the quantitative assessment of hardware expenses in its logic circuit.

Method. The research is based on the structural diagram of a finite state machine with datapath of transitions. The synthesis of individual blocks of the structure of the state machine is carried out according to a certain procedure by the given graph-scheme of the control algorithm. It is proposed to present the result of the synthesis in the form of a VHDL description based on the fixed values of the states codes of the state machine. The process of synthesizing the datapath of transitions, the block of formation of codes of transitions operations and the block of formation of microoperations is demonstrated. VHDL description of that blocks is carried out in a synthesizable style, which allows synthesis of the logic circuit of the finite state machine based on FPGA with the help of modern CAD and obtaining numerical characteristics of the circuit, in particular, the value of hardware expenses. To analyze the correctness of the synthesized circuit, the process of developing the behavioral component of the VHDL model, the function of which is the generation of input signals of the finite state machine, is considered. The classical combination of the synthesizable and behavioral parts of the model allows presenting the results of the synthesis of a finite state machine with datapath of transitions as a separate project that can be used as a structural component of the designed digital system.

Results. Using the example of an abstract graph-scheme of the control algorithm, a VHDL model of a finite state machine with datapath of transitions was developed. With the help of CAD AMD Vivado, a synthesis of the developed model was carried out and behavioral modeling of the operation of the finite state machine circuit was carried out. The results of the circuit synthesis made it possible to obtain the value of hardware expenses when implementing the circuit in the FPGA basis. According to the results of behavioral modeling, time diagrams were obtained, which testify to the correctness of the implementation of the functions of transitions and outputs of the synthesized state machine.

Conclusions. In traditional VHDL models of finite state machines, the states do not contain specific codes and are identified using literals. This allows CAD to encode states at its own discretion. However, this approach is not suitable for describing a finite state machine with datapath of transitions. The transformation of states codes using a set of arithmetic and logic operations requires the use of fixed values of states codes, which determines the specifics of the VHDL model proposed in this paper. This and similar models can be used, in particular, in the study of the effectiveness of a finite state machine according to the criterion of hardware expenses in the device circuit.

1552. Bodyanskiy Y. V. Ensemble of adaptive predictors for multivariate nonstationary sequences and its online / Y. V. Bodyanskiy, K. V. Lipianina-Honcharenko, A. O. Sachenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 91-98.

Context. In this research, we explore an ensemble of metamodels that utilizes multivariate signals to generate forecasts. The ensemble includes various traditional forecasting models such as multivariate regression, exponential smoothing, ARIMAX, as well as nonlinear structures based on artificial neural networks, ranging from simple feedforward networks to deep architectures like LSTM and transformers.

Objective. A goal of this research is to develop an effective method for combining forecasts from multiple models forming metamodels to create a unified forecast that surpasses the accuracy of individual models. We are aimed to investigate the effectiveness of the proposed ensemble in the context of forecasting tasks with nonstationary signals.

Method. The proposed ensemble of metamodels employs the method of Lagrange multipliers to estimate the parameters of the metamodel. The Kuhn-Tucker system of equations is solved to obtain unbiased estimates using the least squares method. Additionally, we introduce a recurrent form of the least squares algorithm for adaptive processing of nonstationary signals.

Results. The evaluation of the proposed ensemble method is conducted on a dataset of time series. Metamodels formed by combining various individual models demonstrate improved forecast accuracy compared to individual models. The approach shows effectiveness in capturing nonstationary patterns and enhancing overall forecasting accuracy.

Conclusions. The ensemble of metamodels, which utilizes multivariate signals for forecast generation, offers a promising approach to achieve better forecasting accuracy. By combining diverse models, the ensemble exhibits robustness to nonstationarity and improves the reliability of forecasts.

1553. Davydenko Y. O. Development of technique for structuring of group expert assessments under uncertainty and inconsistency / Y. O. Davydenko, A. V. Shved, N. V. Honcharova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 30-38.

Context. The issues of structuring group expert assessments are considered in order to determine a generalized assessment under inconsistency between expert assessments. The object of the study is the process of synthesis of mathematical models of structuring (clustering, partitioning) of expert assessments that are formed within the framework of Shafer model under uncertainty, inconsistency (conflict).

Objective. The purpose of the article is to develop an approach based on the metrics of theory of evidence, which allows to identify a number of homogeneous subgroups from the initial heterogeneous set of expert judgments formed within the framework of the Shafer model, or to identify experts whose judgments differ significantly from the judgments of the rest of the group.

Method. The research methodology is based on the mathematical apparatus of theory of evidence and cluster analysis. The proposed approach uses the principles of hierarchical clustering to form a partition of a heterogeneous (inconsistent) set of expert evidence into a number of subgroups (clusters), within which expert assessments are close to each other. Metrics of the theory of evidence are considered as a criterion for determining the similarity and dissimilarity of clusters. Experts' evidence are considered consistent in the formed cluster if the average or maximum (depending on certain initial conditions) level of conflict between them does not exceed a given threshold level.

Results. The proposed approach for structuring expert information makes it possible to assess the degree of consistency of expert assessments within an expert group based on an analysis of the distance between expert evidence bodies. In case of a lack of consistency within the expert group, it is proposed to select from a heterogeneous set of assessments subgroups of experts whose assessments are close to each other for further aggregation in order to obtain a generalized assessment.

Conclusions. Models and methods for analyzing and structuring group expert assessments formed within the notation of the theory of evidence under uncertainty, inconsistency, and conflict were further developed. An approach to clustering group expert assessments formed under uncertainty and inconsistency (conflict) within the framework of the Shafer model is proposed in order to identify subgroups within which expert assessments are considered consistent. In contrast to existing clustering methods, the proposed approach allows processing expert evidence of a various structure and taking into account possible ways of their interaction (combination, intersection).

1554. Deep network-based method and software for small sample biomedical image generation and classification / O. M. Berezhsky, P. B. Liashchynskyi, O. Y. Pitsun, G. M. Melnyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 76-90.

Context. The authors of the article investigated the problem of generating and classifying breast cancer histological images. The widespread incidence of breast cancer explains the problem's relevance. The automated diagnosing procedure saves time and eliminates the subjective aspect. The study's findings can be applied to cancer CAD systems.

Objective. The purpose of the study is to develop a deep neural network-based method and software tool for generating and classifying histological images in order to increase classification accuracy.

Method. The method of histological image generation and classification was developed in the research study. This method employs CNN and GAN. To improve the classification accuracy, the initial image sample was expanded using GAN.

Results. The computer research of the developed method of image generation and classification was conducted on the basis of the dataset located on the Zenodo platform. Light microscopy served as the basis for obtaining the image. The dataset contained three classes of G1, G2, and G3 breast cancer histological images. Based on the developed method, the accuracy of image classification was 96%. This is a higher classification accuracy compared to existing models such as AlexNet, LeNet5, and VGG16. The software module can be integrated into CAD.

Conclusions. The developed method of generating and classifying images is the basis of the software module. The software module can be integrated into CAD.

1555. Detection of a seismic signal by a three-component seismic station and determination of the seismic event center / T. A. Vakaliuk, I. A. Pilkevych, Y. O. Hordiienko, V. V. Loboda, A. O. Saliy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 175-183.

Context. The work is devoted on the development of theoretical foundations aimed at automating process of determining location at the seismic event center.

Objective. The purpose of the work is to develop a method for determining the center of a seismic event based on the use of the features of the angular characteristics of the constituent volume waves of a seismic signal obtained with the help of a three-component seismic station. The proposed method will reduce the time it takes to provide users with preliminary information about the fact of a seismic event and its parameters.

Method. The method of automatic detection focal point is based on features of orthogonality in the angular characteristics volume waves registered sample of three-component seismic recordings from a certain direction. Implementation of the proposed approaches makes it possible to reduce the processing time of the seismic record with appropriate reliability compared to processing in manual mode. An example application of the proposed method (algorithm) for processing a seismic signal in the Vrancea zone on 27.10.2004 with magnitude $M=5.7$ is considered.

Results. The proposed approach to processing the measured data of a separate seismic three-component seismic station using a polarization analysis device allows detecting the arrival of a seismic signal, identifying the main components of a seismic signal, and estimating the location of the epicenter of a seismic event. Experimental research on the use of the proposed algorithm for determining the location of the epicenter of a seismic event showed that the time of establishing an emergency event within the borders of Ukraine was reduced five times (from 15 to 3 minutes), and the detection error was 37 km.

Conclusions. The formed basis and proposed approach to detecting a seismic signal, identifying its components and determining a seismic event focal point based on results of processing a three-component seismic record are effective. Proposed method (algorithm) should be used to automate process of seismic signal detection by a three-component seismic station and to determine the seismic event center.

1556. Development of applied ontology for the analysis of digital criminal crime

/ L. O. Vlasenko, N. M. Lutska, N. A. Zaiets, T. V. Savchenko, A. A. Rudenskiy

// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 184-194.

Context. A feature of the modern digital world is that crime is often committed thanks to the latest computer technologies, and the work of law enforcement agencies faces a number of complex challenges in the digital environment. The development of information technology and Internet communications creates new opportunities for criminals who use digital traces and evidence to commit crimes, which complicates the process of identifying and tracking them.

Objective. Development of an applied ontology for a system for analyzing a digital criminal offense, which will effectively analyze, process and interpret a large amount of digital data. It will help to cope with the complex task of processing digital data, and will also help automate the process of discovering new knowledge.

Methods. To build an ontological model as a means of reflecting knowledge about digital crime, information was collected on existing international and domestic classifications. The needs and requirements that must be satisfied by the developed ontology were also analyzed. The creation of an ontological model that reflects the basic concepts, relationships in the field of digital criminal offense was carried out in accordance with a recognized ontological analysis of a specialized subject area.

Results. An applied ontology contains the definition of entities, properties, classes, subclasses, etc., as well as the creation of se-mantic relationships between them. At the center of the semantics is the Digital Crime class, the problem area of which is complemented by the interrelated classes Intruder, Digital evidence, Types of Crime, and Criminal liability. Such characteristics as motive, type of crime, method of commission, classification signs of digital traces and types of crime, as well as other individual information were assigned to the attributes of the corresponding classes. An ontological model was implemented in OWL using the Protégé soft-ware tool. A feature of the implementation of the applied ontology was the creation of SWRL rules for automatically filling in additional links between a class instance. Manual and automatic verification of the ontology showed the integrity, consistency, a high degree of correctness and adequacy of the model. The bugs found were usually related to technical aspects and semantic inconsistencies, which were corrected during further development iterations.

Conclusions. The research confirmed the effectiveness of the developed applied ontology for the analysis of digital criminality, providing more accurate and faster results compared to traditional approaches.

1557. Gusiev O. Y. Teletraffic forecasting in media service / O. Y. Gusiev, V. I. Magro, O. I. Nikolska // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – P. 7-15.

Context. The development of information and communication technologies has led to an increase in the volume of information sent over the network. Media service platforms play an important role in the creation and processing of bitrate in the information network. Therefore, there is a need to develop a methodology for predicting bitrate in various media service platforms by creating an effective algorithm that minimizes the forecast error.

Objective. The aim of the work is to synthesize in analytical form the state transition matrix of the Kalman filter for non-stationary self-similar processes when predicting the bitrate in telecommunication networks.

Method. A methodology has been developed for predicting teletraffic in media service platforms, based on a modification of the Kalman filter for non-Gaussian processes. This methodology uses an original procedure for calculating statistics, which makes it possible to reduce the filtering and forecast error that arises due to the uncertainty of the analytical model of the process under study. The methodology does not require knowledge of the analytical model of the process, as well as strict restrictions on its stochastic characteristics.

Results. A methodology for estimating and forecasting bitrate in telecommunication systems is proposed. This methodology was used to study teletraffic processes in the media service platforms Google Meet, Zoom, Microsoft Teams. The passage of real bitrate through the specified media service platforms was studied. A comparison of real teletraffic with predicted teletraffic was carried out. The influence of the order of the state transition matrix of the Kalman filter on the error of estimation and prediction has been studied. It has been established that even a low (second) order of the state transition matrix allows one to obtain satisfactory forecast results. It is shown that the use of the proposed methodology makes it possible to predict traffic with a relative error of the order of 3–4%.

Conclusions. An original algorithm for assessing and forecasting the characteristics of media traffic has been developed. Recommendations for improving the technology for building media service platforms are formulated. It is shown that the bitrates generated by various media service platforms, in the case of applying the proposed estimation and forecasting methodology, are invariant with respect to the type of stochastic processes being processed.

1558. Kungurtsev O. B. Technology for automated construction of domain dictionaries with special processing of short documents / O. B. Kungurtsev, I. I. Mileiko, N. O. Novikova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 148-156.

Context. The task of automating the construction of domain dictionaries in the process of implementing software projects based on the analysis of documents, taking into account their size and presentation form.

Objective. The goal of the work is to improve the quality of the dictionary based on the use of new technology, including special processing of short documents.

Method. A model of a short document is proposed, which presents it in the form of three parts: header, content and final. The header and final parts usually contain information not related to the subject area. Therefore, a method for extracting content based on the use of many keywords has been proposed. The size of a short document (its content) does not allow determining the frequency characteristics of words and, therefore, identifying multi-word terms, the share of which reaches 50% of all terms. To make it possible to identify terms in short documents, a method for their clustering is proposed, based on the selection of nouns and the calculation of their frequency characteristics. The resulting clusters are treated as ordinary documents, since their size allows for the selection of multi-word terms. To highlight terms, it is proposed to select sequences of words containing nouns in the text. Analysis of the frequency of repetition of such sequences allows us to identify multi-word terms. To determine the interpretation of terms, a previously developed method of automated search for interpretations in dictionaries was used.

Results. Based on the proposed model and methods, software was created to build a domain dictionary and a number of experiments were conducted to confirm the effectiveness of the developed solutions.

Conclusions. The experiments carried out confirmed the performance of the proposed software and allow us to recommend it for use in practice for creating dictionaries of the subject area of various information systems. Prospects for further research may include the construction of corporate search systems based on dictionaries of terms and document clustering.

1559. Lovkin V. M. Method for agent-oriented traffic prediction under data and resource constraints / V. M. Lovkin, S. A. Subbotin, A. O. Oliinyk // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 99-110.

Context. Problem of traffic prediction in a city is closely connected to the tasks of transportations in a city as well as air pollution detection in a city. Modern prediction models have redundant complexity when used for separate stations, require large number of measuring stations, long measurement period when predictions are made hourly. Therefore, there is a lack of method to overcome these constraints. The object of the study is a city traffic.

Objective. The objective of the study is to develop a method for traffic prediction, providing models for traffic quantification at measuring stations in the future under data and resource constraints.

Method. The method for agent-oriented traffic prediction under data and resource constraints was proposed in the paper. This method uses biLSTM models with input features, including traffic data obtained from agent, representing target station, and other agents, representing informative city stations. These agents are selected by ensembles of decision trees using Random Forest method. Input time period length is proposed to set using autocorrelation data.

Results. Experimental investigation was conducted on traffic data taken in Madrid from 59 measuring stations. Models created by the proposed method had higher prediction accuracy with lower values of MSE, MAE, RMSE and higher informativeness compared to base LSTM models.

Conclusions. Obtained models as study results have optimal number of input features compared to the known models, do not require complete system of city stations for all roads. It enables to apply these models under city traffic data and resource constraints. The proposed solutions provide high informativeness of obtained models with practically applicable accuracy level.

1560. Method of minimization sidelobes level autocorrelation functions of signals with non-linear frequency modulation / O. O. Kostyria, A. A. Hryzo, O. M. Dodukh, B. A. Lisohorskyi, A. A. Lukianchukov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 39-48.

Context. At present, when creating new and upgrading existing radar systems, solid-state generator devices are widely used, which imposes certain restrictions on the peak power of probing signals. To overcome this limitation, longer duration signals with internal pulse modulation are used. The main efforts of the researchers are focused on reducing the maximum level of the side lobes of the autocorrelation function of such signals, which, without taking additional measures, has a significant level, which complicates the work of systems for detecting and stabilizing the level of false alarms. Attention is paid to signals with non-linear frequency modulation, which consist of two and three linearly frequency-modulated fragments. The maximum level of the side lobes of such signals depends significantly on the frequency-time parameters of the fragments, and therefore it is very difficult to obtain its stable value. Searching for signals with minimal side lobe level values by optimizing their time-frequency parameters is a difficult task, because changing the parameters of previous signal fragments leads to changes in the parameters of subsequent fragments.

Objective. The aim of the work is to develop a method for simplifying the search for local minima of the level of side lobes of two- and three-fragment signals with nonlinear frequency modulation by using a modified mathematical model with a whole number of periods of radio oscillations of linear-frequency modulated fragments.

Method. The developed method is based on the proposed modification of the mathematical model, which corrects the frequency-time parameters of two- and three-fragment signals with non-linear frequency modulation by modifying the values of the frequency modulation speed while providing an integer number of complete periods of radio frequency oscillations for each of the fragments, which simplifies the process of finding local minima of the level of side lobes.

Results. Modification of the initial mathematical model leads to the expansion of the possible range of values of frequency-time parameters, ratios of durations and frequency deviations of linearly-frequency modulated fragments and ensures stability of the mathematical model with a decrease in the maximum level of side lobes of the autocorrelation function.

Conclusions. It has been experimentally confirmed that the use of the proposed method of modifying the input frequency-time parameters of signals with non-linear frequency modulation in the vast majority of cases reduces the maximum level of side lobes and simplifies the process of finding its local minima. The optimal ratios of durations and deviations of the frequency of the signal fragments are determined, subject to these, stable operation of the models is ensured and, in most cases, - less than the value of the maximum level of the side lobes.

1561. Mochurad L. I. Parallel and distributed computing technologies for autonomous vehicle navigation / L. I. Mochurad, M. V. Mamchur // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – P. 111-121.

Context. Autonomous vehicles are becoming increasingly popular, and one of the important modern challenges in their development is ensuring their effective navigation in space and movement within designated lanes. This paper examines a method of spatial orientation for vehicles using computer vision and artificial neural networks. The research focused on the navigation system of an autonomous vehicle, which incorporates the use of modern distributed and parallel computing technologies.

Objective. The aim of this work is to enhance modern autonomous vehicle navigation algorithms through parallel training of artificial neural networks and to determine the optimal combination of technologies and nodes of devices to increase speed and enable real-time decision-making capabilities in spatial navigation for autonomous vehicles.

Method. The research establishes that the utilization of computer vision and neural networks for road lane segmentation proves to be an effective method for spatial orientation of autonomous vehicles. For multi-core computing systems, the application of parallel programming technology, OpenMP, for neural network training on processors with varying numbers of parallel threads increases the algorithm's execution speed. However, the use of CUDA technology for neural network training on a graphics processing unit significantly enhances prediction speeds compared to OpenMP. Additionally, the feasibility of employing PyTorch Distributed Data Parallel (DDP) technology for training the neural network across multiple graphics processing units (nodes) simultaneously was explored. This approach further improved prediction execution times compared to using a single graphics processing unit.

Results. An algorithm for training and prediction of an artificial neural network was developed using two independent nodes, each equipped with separate graphics processing units, and their synchronization for exchanging training results after each epoch, employing PyTorch Distributed Data Parallel (DDP) technology. This approach allows for scalable computations across a higher number of resources, significantly expediting the model training process.

Conclusions. The conducted experiments have affirmed the effectiveness of the proposed algorithm, warranting the recommendation of this research for further advancement in autonomous vehicles and enhancement of their navigational capabilities. Notably, the research outcomes can find applications in various domains, encompassing automotive manufacturing, logistics, and urban transportation infrastructure. The obtained results are expected to assist future researchers in understanding the most efficient hardware and software resources to employ for implementing AI-based navigation systems in autonomous vehicles. Prospects for future investigations may encompass refining the accuracy of the proposed parallel algorithm without compromising its efficiency metrics. Furthermore, there is potential for experimental exploration of the proposed algorithm in more intricate practical scenarios of diverse nature and dimensions.

1562. Novotarskyi M. A. The method of hydrodynamic modeling using a convolutional neural network / M. A. Novotarskyi, V. A. Kuzmych // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 58-68.

Context. Solving hydrodynamic problems is associated with high computational complexity and therefore requires considerable computing resources and time. The proposed approach makes it possible to significantly reduce the time for solving such problems by applying a combination of two improved modeling methods.

Objective. The goal is to create a comprehensive hydrodynamic modeling method that requires significantly less time to determine the dynamics of the velocity field by using the modified lattice Boltzmann method and the pressure distribution by using a convolutional neural network.

Method. A method of hydrodynamic modeling is proposed, which realizes the synergistic effect arising from the combination of the improved lattice Boltzmann method and a convolutional neural network with a specially adapted structure. The essence of the method consists of implementing a sequence of iterations, each of which simulates the process of changing parameters when moving to the next time layer. Each iteration includes a predictor step and a corrector step. At the predictor step, the lattice Boltzmann method works, which allows us to obtain the field of fluid velocities in the working area at the next time layer using the field of velocities at the previous layer. At the corrector step, we apply an improved convolutional neural network trained on a previously created data set. Using a neural network allows us to determine the pressure distribution on a new time layer with a predetermined accuracy. After adding the fluid compressibility correction on the new time layer, we get a refined value of the velocity field, which can be used as initial data for applying the lattice Boltzmann method at the next iteration. Calculations stop when the specified number of iterations is reached.

Results. The operation of the proposed method was studied on the example of modeling fluid movement in a fragment of the human gastrointestinal tract. The simulation results showed that the time spent implementing the simulation process was reduced by 6–7 times while maintaining acceptable accuracy for practical tasks.

Conclusions. The proposed hydrodynamic modeling method with a convolutional neural network and the lattice Boltzmann method significantly reduces the time and computing resources required to implement the modeling process in areas with complex geometry. Further development of this method will make it possible to implement real-time hydrodynamic modeling in three-dimensional domains.

1563. Polyakova M. V. RCF-ST: richer convolutional features network with structural tuning for the edge detection on natural images / M. V. Polyakova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 122-134.

Context. The problem of automating of the edge detection on natural images in intelligent systems is considered. The subject of the research is the deep learning convolutional neural networks for edge detection on natural images.

Objective. The objective of the research is to improve the edge detection performance of natural images by structural tuning the richer convolutional features network architecture.

Method. In general, the edge detection performance is influenced by a neural network architecture. To automate the design of the network structure in the paper a structural tuning of a neural network is applied. Computational costs of a structural tuning are incomparably less compared with neural architecture search, but a higher qualification of the researcher is required, and the resulting solution will be suboptimal. In this research it is successively applied first a destructive approach and then a constructive approach to structural tuning of the based architecture of the RCF neural network. The constructive approach starts with a simple architecture network. Hidden layers, nodes, and connections are added to expand the network. The destructive approach starts with a complex architecture network. Hidden layers, nodes, and connections are then deleted to contract the network. The structural tuning of the richer convolutional features network includes: (1) reducing the number of convolutional layers; (2) reducing the number of convolutions in convolutional layers; (3) removing at each stage the sigmoid activation function with subsequent calculation of the loss function; (4) addition of the batch normalization layers after convolutional layers; (5) including the ReLU activation functions after the added batch normalization layers. The obtained neural network is named RCF-ST. The initial color images were scaled to the specified size and then inputted in the neural network. The advisability of each of the proposed stages of network structural tuning was researched by estimating the edge detection performance using the confusion matrix elements and Figure of Merit. The advisability of a structural tuning of the neural network as a whole was estimated by comparing it with methods known from the literature using the Optimal Dataset Scale and Optimal Image Scale.

Results. The proposed convolutional neural network has been implemented in software and researched for solving the problem of edge detection on natural images. The structural tuning technique may be used for informed design of the neural network architectures for other artificial intelligence problems.

Conclusions. The obtained RCF-ST network allows to improve the performance of edge detection on natural images. RCF-ST network is characterized by a significantly fewer parameters compared to the RCF network, which makes it possible to reduce the resource consumption of the network. Besides, RCF-ST network ensures the enhancing of the robustness of edge detection on texture background.

1564. Temporal events processing models in finite state machines / M. A. Miroshnyk, S. I. Shmatkov, O. S. Shkil, A. M. Miroshnyk, K. Y. Pshenychnyi // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – P. 49-57.

Context. The issue of a synthesizable finite state machine with temporal events processing using hardware description language pattern. The object of this study is external event processing in real-time systems.

Objective. The goal of this work is to introduce methods to express external temporal events on finite state machine state diagrams and corresponding HDL patterns of such events processing in control systems.

Method. The classification of external events in real-time systems is analyzed. A device class that changes its internal state depending on the temporal external events is introduced. A method to express these events on the temporal state diagram is introduced. Possible model behavior scenarios based on the external event duration are analyzed. A Verilog HDL external event processing pattern is introduced. The efficiency of the proposed model is proved by developing, verifying, and synthesis of a power-saving module in Xilinx ISE. The results and testing showed the model's correctness.

Results. External temporal events processing methods in real-time device models are proposed. The corresponding HDL pattern for the proposed model implementation is presented.

Conclusions. The real-time systems with external temporal events automated synthesis problem has been solved. To solve this problem, a finite state machine model-based device using the Verilog language was developed and tested. The scientific novelty lies in the introduction a method to express temporal events on the state diagram of the finite state machine as well as in a HDL when implementing the proposed model on CPLD and FPGA

1565. The frequency method for optimal identification of close-loop system elements / S. I. Osadchyi, V. A. Zozulya, V. M. Kalich, A. S. Timoshenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2023. – № 4 (67). – P. 195-205.

Context. The article is devoted to overcoming the contradictions between the assumptions adopted in known methods of closed-loop control system identification and the design and conditions of its operation. The article presents a new method of identifying the transfer functions matrix of a two-level closed-loop control system element, which functions under the conditions of multidimensional stationary centered random influences.

Objective. The purpose of the study, the results of which are presented in this paper, is to extend the indirect identification method to the case of estimating one of the two-level closed-loop control system elements' dynamics model based on passive experiment data.

Method. To solve the optimal identification problem, a variational method for minimizing the quality functional on the class of fractional-rational transfer function matrices was used.

Results. As a result of the research, the identification problem formulation was formalized, the rules for obtaining experimental information about the input and output signals were determined, the rules for identifying the transfer functions matrix of a two-level closed-loop control system element, which minimizes the sum of the variances of identification errors in the frequency domain, and the verification of these rules was carried out.

Conclusions. Justified rules allow to correctly determine transfer functions matrices of the closed-loop systems selected element when fulfilling the defined list of conditions. The closed-loop systems control paths signals analysis proves the possibility of the effect of changing these signals statistical means, even under conditions of only centered stationary input influences actions on the system. Based on this, the further development of research can be aimed at overcoming such effects.

1566. The method of optimizing the distribution of radio suppression means and destructive software influence on computer networks / S. M. Sholokhov, P. M. Pavlenko, B. A. Nikolaenko, I. I. Samborsky, E. I. Samborsky // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2023. – № 4 (67). – P. 16-29.

Context. Currently, generalized methodical approaches to the development of scenarios of complex radio suppression and electromagnetic influence of typical special telecommunication systems have been developed. However, during the development of possible cases for the complex application of radio suppression and destructive software influence, the problem of optimizing the resource of these means and its distribution according to the goals of radio suppression and objects of destructive computer influence arose, which has not yet been fully resolved. Especially in the literature known to the authors, there is no method for optimizing the resource distribution of radio and computer influence, used for the development and practical implementation of optimal scenarios of destructive influence on computer networks of enemy military groups in military operations. Therefore, it is necessary to formulate a problem and develop a method of optimizing the distribution of the resource of radio suppression and destructive software influence for the development of possible scenarios of the enemy's violation of information exchange in a standard telecommunication network.

Objective. The purpose of the research is to develop a method for optimizing the distribution of the resource of radio suppression and destructive software influence for the development of scenarios of information exchange violations by the enemy in the telecommunications network.

Method. To achieve the purpose of the research, the methods of nonlinear optimization of heterogeneous resource distribution, mass service theory, and expert evaluation were comprehensively applied and developed in the field of modeling of information conflict. To determine the coefficients of protection of objects from radio-electronic and destructive computer influence, expert evaluation methods are used, in particular, the method of frequencies of preferences of the decision-maker using the Thurstone method. This method requires only one expert (a decision-maker), minimal communication time with him, minimal expert information (full ordering of weighting factors) and can be applied with a small number of evaluated weighting factors. To solve the problem of optimal distribution of a heterogeneous resource of means of destructive influence, to ensure the value of the multiplicative objective function of an arbitrary form is not less than the given one, the method of successive increments is applied. To determine the efficiency indicator of information exchange violation, the methods of mass service theory are applied, which allows to formalize special telecommunication systems as a set of mass service systems – subsystems of digital communication and computer networks.

Results. The formulated problem and the entered indicators made it possible to solve the problem of determining the minimum resource of means of destructive influence and their optimal distribution according to the purposes of radio suppression on the objects of destructive program influence in order to achieve the required level of disruption of the efficiency of information exchange in special telecommunication systems.

Conclusions. According to the results of the article, a method for optimizing the distribution of the resource of radio suppression and destructive software influence has been developed for the development of possible scenarios of information exchange violations by the enemy in a typical telecommunications network. The verification of the proposed method was carried out by comparing the theoretical results with the results of simulated modeling of scenarios of violation of the information exchange in the telecommunications network by the enemy.

Радіoeлектроніка. Інформатика. Управління 2024

№ 1

1567. Ваврук Є. Я. Проектування конвеєрного процесора RISC-V архітектури з апаратним співпроцесором цифрової обробки сигналів / Є. Я. Ваврук, В. В. Махров, Г. О. Геден // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – С. 197-207.

Актуальність. Цифрова обробка сигналів використовується в багатьох сферах науки, техніки та діяльності людини. Одним із шляхів реалізації алгоритмів цифрової обробки сигналів є розробка співпроцесорів, як складової частини відомих архітектур. У випадку розробки конвеєрного пристрою такий підхід дозволить використовувати програмні та апаратні засоби відповідної архітектури, забезпечити швидше виконання алгоритмів обробки сигналів, скоротити кількість тактів та кількість звернень до пам'яті.

Мета роботи – проектування та дослідження характеристик конвеєрного процесора архітектури RISC-V з співпроцесором цифрової обробки сигналів, що виконує швидке перетворення Фур'є.

Метод. Аналіз технічної літератури та існуючих рішень дозволяє оцінити переваги і недоліки сучасних розробок та на основі них сформулювати актуальність обраної теми. Побудова моделей і дані симуляцій дозволяють перевірити працездатність моделі, знайти слабкі ланки компонентів та полішити параметри моделі.

Результати. Спроектовано конвеєрний процесор архітектури RISC-V, який виконує базовий набір інструкцій. Проаналізовано час виконання простої асемблерної програми на конвеєрному та однотактному процесорах. Згідно результатів, тестова програма на конвеєрному процесорі виконується за 29 тактів, тоді як на однотактному – за 60 тактів. Розроблено структуру співпроцесора виконання алгоритму швидкого перетворення Фур'є та набір процесорних інструкцій, які дозволяють працювати із співпроцесором. Кількість тактів виконання співпроцесором алгоритму швидкого перетворення Фур'є за основою два для 512 точок складає 2358 тактів, а для 1024 точок – 5180 тактів.

Висновки. Проведені дослідження та розрахунки показали, що використання розробленого апаратного співпроцесора зменшує час виконання алгоритму ШПФ та навантаження на процесор під час обчислень.

1568. Інтелектуальний комп'ютинг в пам'яті / В. І. Хаханов, В. Х. Абдуллаєв, С. В. Чумаченко, Є. І. Литвинова, І. В. Хаханова // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – С. 161-174.

Актуальність. Оброблені великі дані мають соціальне значення для розвитку суспільства та промисловості. Інтелектуальна обробка великих даних є умовою створення колективного розуму соціальної групи, компанії, держави та планети в цілому. При цьому економіка великих даних (Data Economy) виходить на перше місце в оцінці механізмів обробки, оскільки дуже важливими є два параметри: швидкодія обробки даних та енерговитрати. Тому механізми, орієнтовані на паралельну обробку великих даних усередині центру зберігання даних, будуть завжди затребувані на IT-ринку.

Мета. Мета дослідження – підвищення економіки великих даних (Data Economy) завдяки аналізу даних як адрес таблиці істинності для ідентифікації патернів виробничих функціональностей на основі метрики подібності-відмінності.

Метод. Пропонуються архітектури Intelligent computing для управління кіберсоціальними процесами на основі моніторингу та аналізу великих даних. Пропонується обробка великих даних, як адрес таблиці істинності, для вирішення завдань ідентифікації, кластеризації, класифікації патернів соціальних та виробничих процесів. Пропонується сімейство автоматів для аналізу великих даних, як адрес. Розглядається таблиця істинності як розумна форма явних структур даних, що мають корисну константу – стандартний порядок прямокутника адрес. Мета обробки великих даних – зробити їх структурованими за допомогою таблиці істинності для подальшої ідентифікації до ухвалення актюаторних рішень. Таблиця істинності розглядається як механізм паралельної структуризації та пакування великих даних у її стовпці для визначення їх подібності-відмінності та еквівалентування даних за однаковими адресами. Подання даних, як адрес, пов'язане з унітарним кодуванням патернів двійковими векторами на знайденому універсумі примітивних даних. Механізм орієнтований на безпроцесорну обробку даних на основі read-write транзакцій за технологією in-методу комп'ютингу з суттєвою економією часу та енергії. Метрика обробки великих даних на таблиці істинності – це паралелізм, технологічна простота та лінійна обчислювальна складність. Платою за такі переваги є експоненційні витрати пам'яті зберігання в них структурованих даних.

Результати. Запропоновано паралельні алгоритми in-методу комп'ютингу для економічних механізмів перетворення великих неструктурованих даних, як адрес, корисні структуровані дані. Запропоновано архітектуру in-методу computing із глобальним зворотним зв'язком та алгоритм матричної паралельної обробки великих даних, як адрес. Вона включає структуру матричного аналізу великих даних для визначення подібності між векторами, які надходять на входи матричного секвенсора. Векторний аналіз даних перетворюється на матричний комп'ютинг для обробки великих даних. Швидкодія паралельного алгоритму аналізу великих даних на матриці MDV дедуктивних векторів ставиться в лінійну залежність від числа бітів вхідних векторів або потужності універсуму примітивів. Розроблено методи ідентифікації патернів ключовими словами. Він характеризується використанням унітарнокодованих компонент даних для синтезу таблиці істинності бізнес-процесу. Це дозволяє застосовувати read-write транзакції для паралельної обробки великих даних, як адрес.

Висновки. Наукова новизна полягає у розробці наступних інноваційних рішень: 1) запропоновано нову векторно-матричну технологію паралельної обробки великих даних, як адрес, що характеризується використанням read-write транзакцій на матричній пам'яті без використання процесорної логіки; 2) запропоновано архітектуру in-методу computing з глобальним зворотним зв'язком та алгоритм матричної паралельної обробки великих даних, як адрес; 3) запропоновано метод ідентифікації патернів ключовими словами, який характеризується використанням унітарнокодованих компонентів даних для синтезу таблиці істинності бізнес-процесу, що дає можливість використовувати транзакцію read-write для паралельної обробки великих даних, як адрес. Практична значимість дослідження полягає в тому, що будь-яке завдання штучного інтелекту (подібність-відмінність, класифікація-кластеризація та розпізнавання, ідентифікація образів) можна технологічно просто та ефективно вирішувати за допомогою таблиці істинності (або її похідних) та унітарнокодованих великих даних. Перспективи дослідження пов'язані з імплементацією цієї технології моделювання цифрових пристроїв на ринку EDA

1569. A research of the latest approaches to visual image recognition and classification / V. P. Lysechko, B. I. Sadovnykov, O. M. Komar, O. S. Zhuchenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 140-146.

Context. The paper provides an overview of current methods for recognizing and classifying visual images in static images or video stream. The paper will discuss various approaches, including machine learning, current problems of these methods and possible improvements. The biggest challenges of the visual image retrieval and classification task are discussed. The main emphasis is placed on the review of such promising algorithms as SSD, YOLO, R-CNN, an overview of the principles of these methods, network architectures.

Objective. The aim of the work is to analyze existing studies and find the best algorithm for recognizing and classifying visual images for further activities.

Method. Primary method is to compare different factors of algorithms in order to select the most perspective one. There are different marks to compare, like image processing speed, accuracy. There are a number of studies and publications that propose methods and algorithms for solving the problem of finding and classifying images in an image [3–6]. It should be noted that most promising approaches are based on machine learning methods. It is worth noting that the proposed methods have drawbacks due to the imperfect implementation of the Faster R-CNN, YOLO, SSD algorithms for working with streaming video. The impact of these drawbacks can be significantly reduced by applying the following solutions: development of combined identification methods, processing of edge cases – tracking the position of identified objects, using the difference between video frames, additional preliminary preparation of input data. Another major area for improvement is the optimization of methods to work with real-time video data, as most current methods focus on images.

Results. As an outcome of the current research we have found an optimal algorithm for further researches and optimizations.

Conclusions. Analysis of existent papers and researches has demonstrated the most promising algorithm for further optimizations and experiments. Also current approaches still have some space for further. The next step is to take the chosen algorithm and investigate possibilities to enhance it.

1570. Approach to the automatic creation of an annotated dataset for the detection, localization and classification of blood cells in an image / S. M. Kovalenko, O. S. Kutsenko, S. V. Kovalenko, A. S. Kovalenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 128-139.

Context. The paper considers the problem of automating the creation of an annotated dataset for further use in a system for detecting, localizing and classifying blood cells in an image using deep learning. The subject of the research is the processes of digital image processing for object detection and localization.

Objective. The aim of this study is to create a pipeline of digital image processing methods that can automatically generate an annotated set of blood smear images. This set will then be used to train and validate deep learning models, significantly reducing the time required by machine learning specialists.

Method. The proposed approach for object detection and localization is based on digital image processing methods such as filtering, thresholding, binarization, contour detection, and filling. The pipeline for detection and localization includes the following steps: The given fragment of text describes a process that involves noise reduction, conversion to the HSV color model, defining a mask for white blood cells and platelets, detecting the contours of white blood cells and platelets, determining the coordinates of the upper left and lower right corners of white blood cells and platelets, calculating the area of the region inside the bounding box, saving the obtained data, and determining the most common color in the image; filling the contours of leukocytes and platelets with said color; defining a mask for red blood cells; defining the contours of red blood cells; determining the coordinates of the upper left and lower right corners of red blood cells; calculating the area of the region within the bounding box; entering data about the found objects into the data frame; saving to a .csv file for future use. With an unlabeled image dataset and a generated .csv file using image processing libraries, any researcher should be able to recreate a labeled dataset.

Results. The developed approach was implemented in software for creating an annotated dataset of blood smear images

Conclusions. The study proposes and justifies an approach to automatically create a set of annotated data. The pipeline is tested on a set of unlabeled data and a set of labelled data is obtained, consisting of cell images and a .csv file with the attributes "file name", "type", "xmin", "ymin", "xmax", "ymax", "area", which are the coordinates of the bounding box for each object. The number of correctly, incorrectly, and unrecognised objects is calculated manually, and metrics are calculated to assess the accuracy and quality of object detection and localisation.

1571. Bashkatov A. M. Decision-making models and their application in transport delivery of building materials / A. M. Bashkatov, O. A. Yuldashova // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 51-61.

Context. The task of determining a generalized parameter characterizing a comprehensive assessment of the action of criteria affecting the sequence of execution of orders for the manufacture and delivery of products to the customer.

Objective. The purpose of the work is to develop an algorithm for calculating priorities when solving the problem of transport services in conditions of uncertainty of choice.

Method. When considering the problem of the efficiency of order fulfillment, the reasons are given that affect the efficiency of the tasks being solved for the delivery of paving slabs to the customer in the shortest possible time. In order to select a scheme that reflects the main stages of decision-making, a justification was carried out and a comparative analysis of existing models was carried out. The criteria for the requirements for describing such models have been determined. It is indicated that the objective function depends on a group of reasons, i.e. represents a composite indicator. The stochastic nature of such factors led to the use of statistical analysis methods for their assessment. The limits of variation of the parameters used in the calculations are established. The solution to the multicriteria problem consists in bringing the role of the acting factors to one unconditional indicator, grouping and subsequent ranking of their values. The decision-making and the choice of the indicator will depend on the set threshold and the priority level of the factor. The indices that form the priority of the factor are determined analytically or expertly. The sequence of actions performed is presented in the form of an algorithm, which allows automating the selection of a model and the calculation of indicators. To assess the adequacy of the proposed solutions, tables of comparative results for the selection of the priority of the executed orders are given.

Results. The method allows a comprehensive approach to taking into account the heterogeneous factors that determine the order in which the order is selected when making managerial decisions, ensuring the achievement of a useful effect (streamlining the schedule for the delivery of paving slabs to the customer) by ranking the values of priority indices.

Conclusions. The proposed scheme for the transition to a complex unconditional indicator (priority index) makes it possible to quantitatively substantiate the procedure for choosing the next order when performing work. A special feature is that the list of operating factors can be changed (reduced or supplemented with new criteria). The values of these parameters will improve and have a higher reliability with the expansion of the experimental design, depending on the retrospective of their receipt, the accuracy of the data. As a prospect of the proposed method, the optimization of the process of selecting applications using queuing methods (for the type of the corresponding flow – homogeneous, without consequences, stationary, gamma flow, etc.) can be considered.

1572. Batiuk T. Realization of the decision-making support system for twitter users' publications analysis / T. Batiuk, D. Dosyn // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 175-187.

Context. The paper emphasizes the need for a decision-making system that can analyze users' messages and determine the sentiment to understand how news and events impact people's emotions. Such a system would employ advanced techniques to analyze users' messages, delving into the sentiment expressed within the text. The primary goal is to gain insights into how news and various events reverberate through people's emotions.

Objective. The objective is to create a decision-making system that can analyze and determine the sentiment of user messages, understand the emotional response to news and events, and distribute the data into clusters to gain a broader understanding of users' opinions. This multifaceted objective involves the integration of advanced techniques in natural language processing and machine learning to build a robust decision-making system. The primary goals are sentiment analysis, comprehension of emotional responses to news and events, and data clustering for a holistic view of user opinions.

Method. The use of long-short-term memory neural networks for sentiment analysis and the k-means algorithm for data clustering is proposed for processing large volumes of user data. This strategic combination aims to tackle the challenges posed by processing large volumes of user-generated data in a more nuanced and insightful manner.

Results. The study and conceptual design of the decision-making system have been completed and the decision-making system was created. The system incorporates sentiment analysis and data clustering to understand users' opinions and the sentiment value of such opinions dividing them into clusters and visualizing the findings.

Conclusions. The conclusion is that the development of a decision-making system capable of analyzing user sentiment and clustering data can provide valuable insights into users' reactions to news and events in social networks. The proposed use of long-short-term memory neural networks and the k-means algorithm is considered suitable for sentiment analysis and data clustering tasks. The importance of studying existing works and systems to understand available algorithms and their applications is emphasized. The article also describes created and implemented a decision-making system and demonstrated the functionality of the system using a sample dataset.

1573. Berezsky O. M. Method of generative-adversarial networks searching architectures for biomedical images synthesis / O. M. Berezsky, P. B. Liashchynskyi // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 104-117.

Context. The article examines the problem of automatic design of architectures of generative-adversarial networks. Generative-adversarial networks are used for image synthesis. This is especially true for the synthesis of biomedical images – cytological and histological, which are used to make a diagnosis in oncology. The synthesized images are used to train convolutional neural networks. Convolutional neural networks are currently among the most accurate classifiers of biomedical images.

Objective. The aim of the work is to develop an automatic method for searching for architectures of generative-adversarial networks based on a genetic algorithm.

Method. The developed method consists of the stage of searching for the architecture of the generator with a fixed discriminator and the stage of searching for the architecture of the discriminator with the best generator. At the first stage, a fixed discriminator architecture is defined and a generator is searched for. Accordingly, after the first step, the architecture of the best generator is obtained, i.e. the model with the lowest FID value. At the second stage, the best generator architecture was used and a search for the discriminator architecture was carried out. At each cycle of the optimization algorithm, a population of discriminators is created. After the second step, the architecture of the generative-adversarial network is obtained.

Results. Cytological images of breast cancer on the Zenodo platform were used to conduct the experiments. As a result of the study, an automatic method for searching for architectures of generative adversarial networks has been developed. On the basis of computer experiments, the architecture of a generative adversarial network for the synthesis of cytological images was obtained. The total time of the experiment was ~39.5 GPU hours. As a result, 16,000 images were synthesized (4000 for each class). To assess the quality of synthesized images, the FID metric was used. The results of the experiments showed that the developed architecture is the best. The network's FID value is 3.39. This result is the best compared to well-known generative adversarial networks.

Conclusions. The article develops a method for searching for architectures of generative-adversarial networks for the problems of synthesis of biomedical images. In addition, a software module for the synthesis of biomedical images has been developed, which can be used to train CNN.

1574. Brychkovskiy O. D. Refinement and accuracy control of the solution method for the durability problem of a corroding structure using neural network / O. D. Brychkovskiy // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 96-103.

Context. The prediction of the time until failure of corroding hinge-rod structures is a crucial component in risk management across various industrial sectors. An accurate solution to the durability problem of corroding structures allows for the prevention of undesired consequences that may arise in the event of an emergency situation. Alongside this, the question of the effectiveness of existing methods for solving this problem and ways to enhance them arises.

Objective. The objective is to refine the method of solving the durability problem of a corroding structure using an artificial neural network and establish accuracy control.

Method. To refine the original method, alternative sets of input data for the artificial neural network which increase information about the change in axial forces over time are considered. For each set of input data a set of models is trained. Based on target metric values distribution among the obtained sets, a set is selected where the minimum value of the mathematical expectation of the target metric is achieved. For the set of models corresponding to the identified best set, accuracy control of the method is determined by establishing the relationship between the mathematical expectation of the target metric and the parameters of the numerical solution.

Results. The conditions under which a lower value of the mathematical expectation of the target metric is obtained compared to the original method are determined. The results of numerical experiments, depending on the considered case, show, in average, an improvement on 43.54% and 9.67% in the refined method compared to the original. Additionally, the proposed refinement reduces the computational costs required to find a solution by omitting certain steps of the original method. An accuracy control rule of the method is established, which allows to obtain on average a given error value without performing extra computations.

Conclusions. The obtained results indicate the feasibility of applying the proposed refinement. A higher accuracy in predicting the time until failure of corroding hinge-rod structures allows to reduce the risks of an emergency situation. Additionally, accuracy control enables finding a balance between computational costs and the accuracy of solving the problem.

1575. Design models of bit-stream online-computers for sensor / L. V. Larchenko, A. V. Parkhomenko, B. D. Larchenko, V. R. Korniienko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 62-75.

Context. Currently, distributed real-time control systems need the creation of devices that perform online computing operations close to the sensor. The proposed online-computers of elementary mathematical functions can be used as components for the functional conversion of signals in the form of pulse streams received from measuring sensors with frequency output.

Objective. The objective of the study is the development of mathematical, architectural and automata models for the design of bit-stream online-computers of elementary mathematical functions in order to create a unified approach to their design, due to which the accuracy of calculating functions can be increased, functional capabilities expanded, hardware costs reduced, and design efficiency increased.

Method. Mathematical models of devices were developed using the method of forming increments of ascending step functions based on inverse functions with minimization of calculation error. Automata models of online-computers based on Moore's Finite State Machine have been developed, the graph diagrams of which made it possible to ensure the clarity of function implementation algorithms, to increase visibility and invariance of implementation in formal languages of programming and hardware description.

Results. The paper presents the results of research, development and practical approbation of design models of bit-stream online-computers of power functions and root extraction function. A generalized architecture of an online-computer was proposed.

Conclusions. The considered functional online-computers are effective from the point of view of calculation accuracy, simplicity of technical implementation, and universality of the architecture.

1576. Evaluation of the influence of environmental factors and cognitive parameters on the decision-making process in human-machine systems of critical application / V. I. Perederyi, E. Y. Borchik, V. V. Zosimov, O. S. Bulgakova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 76-84.

Context. A feature of human-machine systems of critical application operating in real time is that they include as elements both technical systems and people interacting with these systems. At the same time, the main difficulties are associated not only with the improvement of hardware and software, but also with the insufficient development of methods for reliably predicting the impact of the production environment on the human factor and, as a result, on the relevance of decisions made by decision makers. As a result, the task of developing methods for determining the mutual influence of environmental factors and cognitive parameters of decision makers on the decision-making process becomes very relevant.

Objective. The aim of the work is to propose methodological foundations for the development and study of fuzzy hierarchical relational cognitive models to determine the influence of environmental factors and cognitive parameters of decision makers on the DMP.

Method. When building FHRCM methods of “soft computing”, methodologies of cognitive and fuzzy cognitive modeling were used, providing an acceptable formalization uncertainty of mutual influence of factors on the DMP.

Results. A fuzzy cognitive model based on a fuzzy Bayesian belief network has been developed, which makes it possible to draw a connection between qualitative and quantitative assessments of mutually influencing factors on the DMP. The proposed model makes it possible to probabilistically predict the influence of factors and choose rational ways of their interaction in the DMP.

Conclusions. The results of the experiments make it possible to recommend using the developed model, which takes into account the mutual influence of factors of various nature, including cognitive ones, in the DMP in order to improve the efficiency of HMSCA management as a whole.

1577. Kashtan V. Yu. Machine learning for automatic extraction of water bodies using Sentinel-2 imagery / V. Y. Kashtan V. V. Hnatushenko // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 118-127.

Context. Given the aggravation of environmental and water problems, there is a need to improve automated methods for extracting and monitoring water bodies in urban ecosystems. The problem of efficient and automated extraction of water bodies is becoming relevant given the large amount of data obtained from satellite systems. The object of study is water bodies that are automatically extracted from Sentinel-2 optical satellite images using machine learning methods.

Objective. The goal of the work is to improve the efficiency of the process of extracting the boundaries of water bodies on digital optical satellite images by using machine learning methods.

Method. The paper proposes an automated information technology for delineating the boundaries of water bodies on Sentinel-2 digital optical satellite images. The process includes eight stages, starting with data download and using topographic maps to obtain basic information about the study area. Then, the process involved data pre-processing, which included calibrating the images, re-moving atmospheric noise, and enhancing contrast. Next, the EfficientNet-B0 architecture is applied to identify water features, facilitating optimal network width scaling, depth, and image resolution. ResNet blocks compress and expand channels. It allows for optimal connectivity of large-scale and multi-channel links across layers. After that, the Regional Proposal Network defines regions of interest (ROI), and ROI alignment ensures data homogeneity. The Fully connected layer helps in segmenting the regions, and the Fully connected network creates binary masks for accurate identification of water bodies. The final step of the method is to analyze spatial and temporal changes in the images to identify differences, changes, and trends that may indicate specific phenomena or events. This approach allows automating and accurately identifying water features on satellite images using machine learning.

Results. The implementation of the proposed technology is development through Python software development. An assessment of the technology's accuracy, conducted through a comparative analysis with existing methods, such as water indices and K-means, confirms a high level of accuracy in the period from 2017 to 2023 (up to 98%). The Kappa coefficient, which considers the degree of consistency between the actual and predicted classification, confirms the stability and reliability of our approach, reaching a value of 0.96.

Conclusions. The experiments confirm the effectiveness of the proposed automated information technology and allow us to recommend it for use in studies of changes in coastal areas, decision-making in the field of coastal resource management, and land use. Prospects for further research may include new methods that seasonal changes and provide robustness in the selection and mapping of water surfaces.

1578. Kolodochka D. O. LAMA-wavelet: image inpainting with high quality of fine details and object edges / D. O. Kolodochka, M. V. Polyakova // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 208-220.

Context. The problem of the image inpainting in computer graphic and computer vision systems is considered. The subject of the research is deep learning convolutional neural networks for image inpainting.

Objective. The objective of the research is to improve the image inpainting performance in computer vision and computer graphics systems by applying wavelet transform in the LaMa-Fourier network architecture.

Method. The basic La Ma-Fourier network decomposes the image into global and local texture. Then it is proposed to improve the network block, processing the global context of the image, namely, the spectral transform block. To improve the block of spectral transform, instead of Fourier Unit Structure the Simple Wavelet Convolution Block elaborated by the authors is used. In this block, 3D wavelet transform of the image on two levels was initially performed using the Daubechies wavelet db4. The obtained coefficients of 3D wavelet transform are splitted so that each subband represents a separate feature of the image. Convolutional layer, batch normalization and ReLU activation function are sequentially applied to the results of splitting of coefficients on each level of wavelet transform. The obtained subbands of wavelet coefficients are concatenated and the inverse wavelet transform is applied to them, the result of which is the output of the block. Note that the wavelet coefficients at different levels were processed separately. This reduces the computational complexity of calculating the network outputs while preserving the influence of the context of each level on image inpainting. The obtained neural network is named LaMa-Wavelet. The FID, PSNR, SSIM indexes and visual analysis were used to estimate the quality of images inpainted with LaMa-Wavelet network.

Results. The proposed LaMa-Wavelet network has been implemented in software and researched for solving the problem of image inpainting. The PSNR of images inpainted using the LaMa-Wavelet exceeds the results obtained using the LaMa-Fourier network for narrow and medium masks in average by 4.5%, for large masks in average by 6%. The LaMa-Wavelet applying can enhance SSIM by 2–4% depending on a mask size. But it takes 3 times longer to inpaint one image with LaMa-Wavelet than with LaMa-Fourier network. Analysis of specific images demonstrates that both networks show similar results of inpainting of a homogeneous background. On complex backgrounds with repeating elements the LaMa-Wavelet is often more effective in restoring textures.

Conclusions. The obtained LaMa-Wavelet network allows to improve the image inpainting with large masks due to applying wavelet transform in the LaMa network architecture. Namely, the quality of reconstruction of image edges and fine details is increased.

1579. Magro V. I. Research of the features of digital signal formation in satellite communication lines / V. I. Magro, O. G. Panfilov // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 28-40.

Context. Remote sensing of the Earth is now widely used in various fields. One of the challenges of remote sensing is the creation of inexpensive satellite systems operating in polar circular orbits. These systems require the development of a reception-transmission system that allows tens of gigabits of video information to be transmitted to an earth receiving station within ten minutes. That is, there is a need to create a communication system that provides high speed data transmission from small satellites weighing up to 50 kg.

Objective. The aim of the work is to study the features of digital signal formation in modern satellite communication lines and to develop a communication system with a high data transfer rate (usually 300 Mbit/s), which can be applied to small Earth Observation satellites.

Method. Proposed concept for building a high-speed data transmitter from a remote sensing earth satellite using commercially available off-the-shelf technology. Calculations of the power flow density created at the input of the receiving earth station were performed to find out the possible power of the on-board transmitter.

Results. A diagram of a communication system based on the DVB-S standard using the technology of commercially available off-the-shelf products has been developed. The high-speed data transmitter is implemented on a Xilinx® Zynq Ultrascale+™ MPSoC FPGA microchip, which is located on an Enclustra Mercury XU8 module with a high-performance dual 16-bit AD9174 DAC. The on-board transmitter with a power of up to 2 W meets the requirements of the ITU Radio Regulations for the power flux density on the surface of the Earth, which is created by the radiation of the space station EESS in the range 8025–8400 MHz. It is shown that the energy reserve of the communication line of 3 dB is achieved for various commands for coding and modulation changes with an increase in the elevation angle, which allows to increase the speed of information transmission.

Conclusions. An original receiving-transmitting system was developed for use in small satellites for remote sensing of the Earth. It is shown that the function of adaptive modeling of ACM of the DVB-S standard allows you to automatically change the transmission parameters in real time depending on the changing conditions of the channel, providing opportunities for more flexible and effective data transmission in various conditions, which will allow to increase the volumes of information transmitted by communication session. The proposed system operates in the X-band and is built using commercially available off-the-shelf products. An antenna with double circular polarization is used as the emitter. Two physical channels represent two polarization modes: right circular polarization and left circular polarization, each of which has three frequency channels.

1580. Method for determining the bit grid overflow of a computer system operating in the system of residual classes / A. S. Yanko, V. A. Krasnobayev, S. B. Nikolsky, O. O. Kruk
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 228-241.

Context. Consideration of a set of examples of practical application of the procedure for identifying overflow of the bit grid of a computer system operating in a non-positional number system in residual classes. The object of the study is the process of processing data represented in the residual class system.

Objective. The goal of the work is to consider and analyze examples of the bit grid overflow definition of a computer system when implementing the operation of adding two numbers in a system of residual classes based on the application of a method for determining the bit grid overflow, based on the use of the concept of number rank.

Method. The specificity of the functioning of a computer system in a system of residual classes requires the implementation of not only modular operations, but also requires the implementation of additional, so-called non-modular operations. Non-modular operations include the operation of determining the overflow of the bit grid of a computer system in the system of residual classes. In a non-positional number system in residual classes, implementing the process of detecting overflow of the bit grid of a computer system is a difficult task to implement. The method considered in the work for determining the overflow of the bit grid is based on the use of positional features of a non-positional code of numbers in the system of residual classes, namely the true and calculated ranks of a number. The process of determining the overflow of the result of the operation of adding two numbers in the system of residual classes has been studied, since this arithmetic operation is the main, basic operation performed by a computer system.

Results. The developed methods are justified theoretically and studied when performing arithmetic modular operations of addition, subtraction and multiplication using tabular procedures.

Conclusions. The main advantage of the presented method is that the process of determining the overflow of the bit grid can be carried out in the dynamics of the computing process of the computer system, i.e. without stopping the solution of the problem. This circumstance makes it possible to reduce the unproductive expenditure of the computer system in the system of residual classes. In addition, this method can be used to control the operation of adding two numbers in the residual class system. This increases the reliability of obtaining the true result of the operation of adding two numbers in the system of residual classes.

1581. Method of creating a minimal spanning tree on an arbitrary subset of vertices of a weighted undirected graph / V. M. Batsamut, S. O. Hodlevsky, Y. P. Babkov, D. A. Morkvin
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 188-196.

Context. The relevance of the article is determined by the need for further development of models for optimal restoration of the connectivity of network objects that have undergone fragmentation due to emergency situations of various origins. The method proposed in this article solves the problematic situation of minimizing the amount of restoration work (total financial costs) when promptly restoring the connectivity of a selected subset of elements of a network object after its fragmentation.

The purpose of the study is to develop a method for creating a minimal spanning tree on an arbitrary subset of vertices of a weighted undirected graph to minimize the amount of restoration work and/or total financial costs when promptly restoring the connectivity of elements that have a higher level of importance in the structure of a fragmented network object.

Method. The developed method is based on the idea of searching for local minima in the structure of a model undirected graph using graph vertices that are not included in the list of base vertices to be united by a minimal spanning tree. When searching for local minima, the concept of an equilateral triangle and a radial structure in such a triangle is used. In this case, there are four types of substructures that provide local minima: first, those with one common base vertex; second, those with two common base vertices; third, those with three common base vertices; fourth, those without common base vertices, located in different parts of the model graph. Those vertices that are not included in the list of basic ones, but through which local minima are ensured, are added to the basic ones. Other vertices (non-basic) along with their incident edges are removed from the structure of the model graph. Then, using one of the well-known methods of forming spanning trees, a minimal spanning tree is formed on the structure obtained in this way, which combines the set of base vertices.

Results. 1) A method for creating a minimal spanning tree on an arbitrary subset of vertices of a weighted undirected graph has been developed. 2) A set of criteria for determining local minima in the structure of the model graph is proposed. 3) The method has been verified on test problems.

Conclusions. The theoretical studies and several experiments confirm the efficiency of the developed method. The solutions developed using the developed method are accurate, which makes it possible to recommend it for practical use in determining strategies for restoring the connectivity of fragmented network objects.

1582. Method of evaluation the efficiency of fiber-optic cables models with multi-modular design based on mass and dimensional / O. V. Bondarenko, D. M. Stepanov, O. O. Verbytskyi, S. V. Siden // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 6-16.

Context. Today, the leading cable production plants in many countries of the world manufacture single- and multi-module designs of fiber-optic cables (FOC) with different protective covers and the number of fibers. This creates a wide range of possible FOC models for different consumer (buyer) requirements. However, the lack of openness of prices for FOC for the consumer, in particular for the project organization, and the desire of the manufacturer to save on production creates a need for the development and research of a method for evaluating the effectiveness of FOC of a multi-module design. In the work, it is proposed to do this by analyzing a number of optical cable models according to parameters-criteria – the compactness coefficient and the economic efficiency coefficient of the FOC by diameter.

Objective. To develop a method of evaluation the efficiency of fiber-optic cables models with multi-modular design based on mass-dimensional indicators, which will allow to quickly choose an appropriate model of the FOC with the given initial data.

Method. A method of evaluating the efficiency of the FOC modular design has been developed and proposed. It is based on the comparison of cable models and the selection of the most appropriate of them at given initial data. The paper proposed and introduced parameters-criteria for this – the compactness coefficient v and the efficiency coefficient according to the diameter of the cable E_0 – which show the connection of the design characteristics of the FOC to a certain parameter of its structure. At the same time, the most effective model (design) of the FOC compared to the basic models in terms of technical conditions, both from the point of view of the manufacturer and the customer, consists in lower material costs for its production while simultaneously ensuring the specified requirements for the cable (first of all, number of fibers and mechanical strength). This will allow, at the stage of cable design, to make an appropriate choice of its model with given initial parameters and to develop such a design of the FOC, which will allow to minimize the dimensions (and therefore the material capacity and cost) of the model without losing its quantitative and qualitative characteristics.

Results. The paper presents the results of the development and research of the method of evaluating the efficiency of the FOC with multi-module structure based on mass and dimensional indicators. For example, using the developed method, it is shown that it is possible to choose a FOC model with a diameter smaller by 10.9% and save 15.5% of the cable cost for each kilometer of the fiber optic communication line while ensuring the initial requirements for the cable.

Conclusions. The scientific novelty of the work results is that, method of evaluation the efficiency of a modular FOC design has been first developed, which allows at the cable design stage to compare the model with the cable design according to the technical conditions (TC) and the appropriate choice of this model with the given initial parameters. The practical significance lies in the possibility of using this method to make an accelerated selection of the cable model at the stage of its design, while simultaneously providing the necessary capacity of the FOC with optical fibers and minimizing the cost of its materials and dimensions.

1583. Prykhodko S. B. A nonlinear regression model for early LOC estimation of open-source Kotlin-based applications // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 85-95.

Context. The early lines of code (LOC) estimation in software projects holds significant importance, as it directly influences the prediction of development effort, covering a spectrum of different programming languages, and open-source Kotlin-based applications in particular. The object of the study is the process of early LOC estimation of open-source Kotlin-based apps. The subject of the study is the nonlinear regression models for early LOC estimation of open-source Kotlin-based apps.

Objective. The goal of the work is to build the nonlinear regression model with three predictors for early LOC estimation of open-source Kotlin-based apps based on the Box-Cox four-variate normalizing transformation to increase the confidence in early LOC estimation of these apps.

Method. For early LOC estimation in open-source Kotlin-based apps, the model, confidence, and prediction intervals of nonlinear regression were constructed using the Box-Cox four-variate normalizing transformation and specialized techniques. These techniques, relying on multiple nonlinear regression analyses incorporating multivariate normalizing transformations, account for the dependencies between variables in non-Gaussian data scenarios. As a result, this method tends to reduce the mean magnitude of relative error (MMRE) and narrow confidence and prediction intervals compared to models utilizing univariate normalizing transformations.

Results. An analysis has been carried out to compare the constructed model with nonlinear regression models employing decimal logarithm and Box-Cox univariate transformation.

Conclusions. The nonlinear regression model with three predictors for early LOC estimation of open-source Kotlin-based apps is constructed using the Box-Cox four-variate transformation. Compared to the other nonlinear regression models, this model demonstrates a larger multiple coefficient of determination, a smaller value of the MMRE, and narrower confidence and prediction intervals. The prospects for further research may include the application of other data sets to construct the nonlinear regression model for early LOC estimation of open-source Kotlin-based apps for other restrictions on predictors.

1584. Rolik O. I. Proactive horizontal scaling method for kubernetes / O. I. Rolik, V. V. Omelchenko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 221-227.

Context. The problem of minimizing redundant resource reservation while maintaining QoS at an agreed level is crucial for modern information systems. Modern information systems can include a large number of applications, each of which uses computing resources and has its own unique features, which require a high level of automation to increase the efficiency of computing resource management processes.

Objective. The purpose of this paper is to ensure the quality of IT services at an agreed level in the face of significant dynamics of user requests by developing and using a method of proactive automatic application scaling in Kubernetes.

Method. This paper proposes a proactive horizontal scaling method based on the Prophet time series prediction algorithm. Prometheus metrics storage is used as a data source for training and validating forecasting models. Based on the historical metrics, a model is trained to predict the future utilization of computation resources using Prophet. The obtained time series is validated and used to calculate the required number of application replicas, considering deployment delays.

Results. The experiments have shown the effectiveness of the proposed proactive automated application scaling method in comparison with existing solutions based on the reactive approach in the selected scenarios. This method made it possible to reduce the reservation of computing resources by 47% without loss of service quality compared to the configuration without scaling.

Conclusions. A method for automating the horizontal scaling of applications in Kubernetes is proposed. Although the experiments have shown the effectiveness of this solution, this method can be significantly improved. In particular, it is necessary to consider the possibility of integrating a reactive component for atypical load patterns.

1585. Syromiatnikov M. V. UA-LLM: advancing context-based question answering in ukrainian through large language models / M. V. Syromiatnikov, V. M. Ruvinskaya
// *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 147-160.

Context. Context-based question answering, a fundamental task in natural language processing, demands a deep understanding of the language's nuances. While being a sophisticated task, it's an essential part of modern search systems, intelligent assistants, chatbots, and the whole Conversational AI field. While English, Chinese, and other widely spoken languages have gathered an extensive number of datasets, algorithms, and benchmarks, the Ukrainian language, with its rich linguistic heritage and intricate syntax, has remained among low-resource languages in the NLP community, making the Question Answering problem even harder. *Objective.* The purpose of this work is to establish and benchmark a set of techniques, leveraging Large Language Models, combined in a single framework for solving the low-resource problem for Context-based question-answering task in Ukrainian.

Method. A simple yet flexible framework for leveraging Large Language Models, developed as a part of this research work, enlightens two key methods proposed and evaluated in this paper for dealing with a small amount of training data for context-based question-answering tasks. The first one utilizes Zero-shot and Few-shot learning – the two major subfields of N-shot learning, where N corresponds to the number of training samples, to build a bilingual instruction-based prompt strategy for language models inferencing in an extractive manner (find an answer span in context) instead of their natural generative behavior (summarize the context according to question). The second proposed method is based on the first one, but instead of just answering the question, the language model annotates the input context through the generation of question-answer pairs for the given paragraph. This synthetic data is used for extractive model training. This paper explores both augmentation-based training, when there is some annotated data already, and completely synthetic training, when no data is available. The key benefit of these two methods is the ability to obtain comparable prediction quality even without an expensive and long-term human annotation process.

Results. Two proposed methods for solving the low-to-zero amount of training data problem for context-based question-answering tasks in Ukrainian were implemented and combined into the flexible LLM experimentation framework.

Conclusions. This research comprehensively studied OpenAI GPT-3.5, OpenAI GPT-4, Cohere Command, and Meta LLaMa-2 language understanding capabilities applied to context-based question answering in low-resource Ukrainian. The thorough evaluation of proposed methods on a diverse set of metrics proves their efficiency, unveiling the possibility of building components of search engines, chatbot applications, and standalone general-domain CBQA systems with Ukrainian language support while having almost zero annotated data. The prospect for further research is to extend the scope from the CBQA task evaluated in this paper to all major NLU tasks with the final goal of establishing a complete benchmark for LLMs' capabilities evaluation in the Ukrainian language.

1586. Two-fragment non-linear-frequency modulated signals with roots of quadratic and linear laws frequency / O. O. Kostyria, A. A. Hryzo, H. V. Khudov, O. M. Dodukh, B. A. Lisohorskyi // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 17-27.

Context. The rapid development of the technology of digital synthesis and processing of radar signals, which has been observed in recent decades, has practically removed restrictions on the possibility of implementing arbitrary laws of frequency modulation of radio oscillations. Along with the traditional use of linearly-frequency-modulated signals, modern radar means use probing signals with non-linear frequency modulation, which provide a lower level of maximum side lobes and a higher rate of their descent. These factors, in turn, contribute to improving the detection characteristics of targets under conditions of passive interference, as well as increasing the probability of detecting small targets against the background of targets with larger effective scattering surfaces. In this regard, a large number of studies are conducted in the direction of further improvement of existing and synthesis of radar signals with new laws of frequency modulation. The use of multifragment nonlinear-frequency-modulated signals, which include fragments with both linear and nonlinear modulation, provides an increase in the number of possible versions of the laws of frequency modulation and synthesis of signals with predicted characteristics. Synthesis of new multifragment signals with a reduced level of side lobes of autocorrelation functions and a higher rate of their descent is an important scientific and technical task, the solution of which is de-voted to this article.

Objective. The purpose of the work is to develop mathematical models of the current and shifted time of two-fragment nonlinear-frequency modulated signals for the case when the first fragment has a root-quadratic, and the second linear frequency modulation and determine the feasibility of using such a signal in radar applications.

Method. The article theoretically confirms that for the mathematical model of the current time, when moving from the first fragment to the second at the junction of fragments, jumps of instantaneous frequency and phase (or only phases for the mathematical model of shifted time) occur, which can significantly distort the resulting signal. Determination of value of frequency-phase jumps for their further elimination is performed by finding difference between value of initial phase of second fragment and final value of phase of first fragment. A distinctive feature of the developed mathematical models is the use of the first fragment of the signal with root-quadratic, and the second – linear frequency modulation.

Results. Comparison of the signal, the first fragment of which has root-square frequency modulation, and the signal with two linearly-frequency-modulated fragments, provided that the total duration and frequency deviation are equal, shows that for the new synthesized signal the maximum level of side lobes decreased by 1.5 dB, and their rate of decay increased by 6.5 dB/dec.

Conclusions. A new two-fragment signal was synthesized, the first fragment of which has root-quadratic, and the second – linear frequency modulation. Mathematical models of the current time and with a time shift for calculating the values of the instantaneous phase of such a signal have been developed. A distinctive feature of these models is the presence of components to compensate for frequency-phase distortions, taking into account the modulation law of the frequency of the first fragment. The resulting oscillograms, spectra and autocorrelation functions of the synthesized two-fragment signals do not contradict the known theoretical position, which indicates the reliability and adequacy of the proposed mathematical models.

1587. Vanin V. A. Scattering of electromagnetic waves on flat grid two-periodic structures / V. A. Vanin, I. I. Pershyna // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. – 2024. – № 1 (68). – P. 41-50.

Context. One of the scientific hypotheses for the creation of nonreciprocal optical met surfaces is based on the use of a wave channel in which rays of the direct and reverse diffraction scenarios are realized on two-periodic flat structures with nonlinear elements. Such processes in the nanometer wavelength range of electronic devices require precise calculations of the interaction of waves and microstructures of devices. It is also important to describe the behavior of antenna devices in mobile communications. Expanding the wavelength range of stable communication is achieved by using prefrontal structures in antenna devices in combination with periodic structuring. Similar modeling problems arise when electromagnetic waves penetrate materials with a crystalline structure (radio transparency). *Objective.* To test this hypothesis, it is necessary to carry out mathematical modeling of the process of scattering of electromagnetic waves by met surfaces under conditions of excitation of several diffraction orders. It is known that among two-periodic flat lattices of different structures there are five types that fill the plane. These are the Bravais grilles. The problem of scattering of an incident monochromatic TE polarized wave on a metal screen with recesses in two-periodic structures filled with silicon was considered.

Method. The paper builds mathematical models for the study of spatial-amplitude spectra of metasurfaces on Bravais lattices and gives some results of their numerical study. The condition for determining the diffraction orders propagating over the grating is proposed. Scattered field amplitudes are from the solution of the boundary value problem for the Helmholtz equation in the COMSOL Multiphysics 5.4 package. Similar problem formulations are possible when studying the penetration of an electromagnetic field into a crystalline substance.

Results. Obtained relations for diffraction orders of electromagnetic waves scattered by a diffraction grating. The existence of wavelengths incident on a two-periodic lattice for which there is no reflected wave is shown for different shapes (rectangular, square, hexagonal) of periodic elements in the center of which a depression filled with silicon was made. Distributions of reflection coefficients for different geometric sizes of colored elements and recesses are given. The characteristics of the electric field at resonant modes in the form of modulus isolines show the nature of the interaction of the field over the periodic lattice and the scatterers-depressions. At the resonant wavelengths of the incident waves, standing waves appear in the scatterers.

Conclusions. A mathematical model of the set of diffraction orders propagating from a square and hexagonal lattice into half-space is proposed $z \geq 0$. It has been shown that flat periodic lattice with square or hexagonal periodicity elements and resonant scatterers in the form of cylindrical recesses filled with silicon can produce a non-mirrored scattered field in metal. The response of the lattices to changes in the wavelength of the incident field by the structure of diffraction orders of the scattered field and high sensitivity to the rotation of the incident plane were revealed. The two-periodic lattices have prospects for creating anti-reflective surfaces of various devices. Two-periodic lattices have prospects for creating anti-reflective surfaces for various devices, laser or sensor electronic devices, antennas in mobile communication elements, and radio transparency elements. They have more advanced manufacturing technologies in relation to spatial crystal structures.

1588. Zozulya V. A. Stewart platform dynamics model identification / V. A. Zozulya, S. I. Osadchy, S. N. Nedilko // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2024. – № 1 (68). – P. 242-255.

Context. At the present stage, with the current demands for the accuracy of motion control processes for a moving object on a specified or programmable trajectory, it is necessary to synthesize the optimal structure and parameters of the stabilization system (controller) of the object, taking into account both real controlled and uncontrolled stochastic disturbing factors. Also, in the process of synthesizing the optimal controller structure, it is necessary to assess and consider multidimensional dynamic models, including those of the object itself, its basic components, controlled and uncontrolled disturbing factors that affect the object in its actual motion.

Objective. The aim of the research, the results of which are presented in this article, is to obtain and assess the accuracy of the Stewart platform dynamic model using a justified algorithm for the multidimensional moving object dynamics identification.

Method. The article employs a frequency-domain identification method for multidimensional stochastic stabilization systems of moving objects with arbitrary dynamics. The proposed algorithm for multidimensional moving object dynamics model identification is constructed using operations of polynomial and fractional-rational matrices addition, multiplication, Wiener factorization, Wiener separation, and determination of dispersion integrals.

Results. As a result of the conducted research, the problem of identifying the dynamic model of a multidimensional moving object is formalized, illustrated by the example of a test stand based on the Stewart platform. The outcomes encompass the identification of the dynamic model of the Stewart platform, its transfer function, and the transfer function of the shaping filter. The verification of the identification results confirms the sufficient accuracy of the obtained models.

Conclusions. The justified identification algorithm allows determining the order and parameters of the linearized system of ordinary differential equations for a multidimensional object and the matrix of spectral densities of disturbances acting on it under operating conditions approximating the real functioning mode of the object prototype. The analysis of the identification results of the dynamic models of the Stewart platform indicates that the primary influence on the displacement of the center of mass of the moving platform is the variation in control inputs. However, neglecting the impact of disturbances reduces the accuracy of platform positioning. Therefore, for the synthesis of the control system, methods should be applied that enable determining the structure and parameters of a multidimensional controller, considering such influences.

Именний покажчик

- Абрамович А. А., Абрамович А. О.,
 Abramovych A. O. 1094, 1292, 1486
 Авдеев В. В. 1159
 Аветисян А. Г. 629
 Авраменко В. В., Avramenko V. V. 1035
 1314, 1531
 Авраменко В. П. 366, 402, 607, 635, 692
 Агаджанян А. Р. 1035
 Агеев Д. В. 693, 1248
 Агибалов А. П. 748
 Аднан А. 244
 Адонин О. В. 241
 Айвазян А. А. 1028
 Акимов Л. В. 211
 Аксак Н. Г. 596, 1117
 Алали А. М. 934
 Александров Е. Е. 242
 Александрова И. Е. 138
 Александрова Т. Е. 138, 769, 775
 Алексеев С. В. 528
 Алексин С. Г. 636
 Алексеева К. А. 953
 Алиев А. А. 175
 Алипов И. Н. 384, 426
 Алипов Н. В. 384, 426, 513, 539, 609,
 Аллахверанов Р. Ю. 611, 920
 Андреев М. В., Андреев М. В. 243, 261,
 322, 823
 Андронов В. А. 1368
 Андросова А. А. 403
 Андрусевич А. А. 920
 Андрущенко Д. М. 749, 882
 Аникеев М. В. 139
 Аноприенко А. Я. 804
 Антоненко О. С. 670
 Антощук С. Г. 434, 435
 Антропов О. С. 578, 612
 Арешкін Є. К. 858
 Арифов А. И. 613
 Артюхова М. А. 856
 Артюшенко Б. А. 502, 519, 590, 694
 Архипов А. Е. 71, 176, 300, 321, 613, 637
 Архипова Е. А. 561
 Архипова О. О. 614, 638
 Архипова С. А. 71, 176, 321
 Асаад Х. Х. 809
 Асеев Г. Г. 695, 750
 Астраханцев А. А. 1167
 Атаманський Д. В. 1434
 Афонин Ю. С. 367, 549
 Ахметшин А. М. 334
 Бабай О. Н. 669
 Бабаков Р. М. 980, 1095, 1118
 Бабарика А. О. 1328
 Бабенко Е. А. 300
 Бабенко Л. К. 139
 Бабичев С. А., Babichev S. 908, 1033,
 1215
 Бабков В. С. 615
 Бабчук С. М. 1364
 Базило К. В., Базіло К. В., Bazilo C. V.
 940, 1096, 1191
 Базылев Б. Ю. 72
 Балашов О. В. 43
 Балыкова А. Ю. 269
 Банах Р. І. 1119
 Баракат Х. 491
 Баранов А. А. 42,
 Баранов А. В. 620
 Баранов С. С. 429, 474
 Баркалов А. А., Barkalov A. A. 244, 270,
 436, 437, 463, 464, 491, 663, 719, 771, 776,
 896, 1472, 1532
 Батюк Т. М., Batiuk T. 1448, 1572
 Бахарева Н. Ф., Bakhareva N. F. 1212, 1274,
 1362, 1404, 1446
 Баязітов Д. М. 1022
 Баязітов М. Р. 1022
 Беда М. А. 841
 Безрук В. М., Bezruk V. M. 404, 640, 1167,
 1324, 1425
 Белая Н. И., Біла Н. І. 1, 349, 579
 Белоиваненко Ю. С. 577
 Белоус Н. В. 664
 Белоусов Е. Л. 651

- Беляева А. А. 1123, 1184
 Бенамур Л. 129
 Бердник М. Г. 1054
 Березнюк М. В. 472
 Берестнева О. Г. 212, 271
 Берестовский А. Е. 1010
 Берко А. Ю., Berko A. 550, 909, 1201
 Беркут В. Г. 1065, 1273
 Бертенев В. А. 546
 Бескоровайный В. В. 335, 805
 Беліков С. Б. 73, 109
 Биайрак Х. 771
 Биленко А. И. 1290
 Бичай В. Г. 140
 Бідюк П. І., Bidyuk P. I. 831, 876, 904, 987, 1243
 Білова М. О. 1104
 Білоус Т. І. 14, 15, 155
 Бісікало О. В., Bisikalo O. V. 981, 992, 1008, 1139, 1190, 1216
 Благодарев А. Ю., Благодарьев А. Ю., Blagodariev O. Y. 1027, 1047, 1072, 1157
 Бобик І. О. 1025
 Бовкун Е. М. 363
 Богуслаев А. В. 336
 Богучарский С. И. 910
 Бодянский Е. В., Бодянський Є. В., Bodyanskiy Y. V. 2, 74, 177, 241, 245, 368, 428, 433, 492, 551, 580, 616, 639, 681, 696, 729, 773, 931, 1009, 1170, 1384, 1432, 1470, 1487, 1499, 1552
 Бойко Н. І. 1097
 Бойко О. О. 993
 Бойков В. А. 437, 464
 Бойченко О. В. 697
 Бойчук Л. М. 110
 Болюбаш Ю.Я.
 Бомба А. Я., Bomba A. Y. 1374, 972
 Бондарев Б. М., Бондарев Б. Н. 230, 301, 352, 465, 627, 911
 Бондарев В. П. 19, 53, 259, 314, 369, 601, 680, 686, 827
 Бондаренко Л. О. 579
 Бондаренко М. Ф. 2
 Бондарь А. К. 4
 Бондарь Е. Ю. 610
 Бордя Т. Д. 44
 Борисенко В. А. 766
 Борисенко В. Д. 1098
 Борисюк А. К. 1080
 Борковська Л. О. 428
 Боровик Л. В., Borovyk L. V. 1110, 1253, 1320
 Боровик О. В., Borovyk O. V. 1320, 1055
 Бородин А. М. 178, 213
 Борулько В. Ф., Borulko V. F. 302, 406, 578, 912, 990
 Брагина Т. И. 698, 751
 Брайловський В. В. 493
 Братусь О. В. 1073
 Брикун Н. А. 110
 Бублик М. І. 1420
 Бугров Е. И. 260
 Бугрова Т. И., Bugrova T. I. 3, 38, 260, 1115
 Бузиновський А. Б. 1022
 Буйвол О. В. 342
 Буков В. Н. 141
 Булашенко А. В. 1365, 1418
 Бур'ян С. О. 752
 Бут Ю. С. 654
 Бутвін Б. Л. 75
 Буханько А. Н. 640, 807
 Бушер В. В. 777
 Бушуев Д. А. 1049
 Бушуев С. Д. 1049
 Быковский А. В. 1418
 Бюргер Ю. А. 226
 Ваде Г. 518
 Валеев С. Г. 214
 Варава М. Ю. 749
 Васечкина Е. Ф. 272
 Василевский В. В. 857
 Василега Н. М. 39
 Василенко О. В. 57, 485, 954, 1020
 Васильева Е. В. 29, 100, 192, 445, 583
 Васілевський О. М. 992
 Ватаманюк П. П. 493
 Ващенко В. В., Vashchenko V. V. 520, 665, 720
 Великодний С. С. 1181, 1202
 Величко В. А. 439
 Величко Е. В. 832

- Вербанов О. В. 756
 Веревкин Л. Л. 516
 Веренич Е. В. 1049
 Верещак М. И. 709
 Вершина А. И., Вершина О. І. 76, 142, 179, 246, 273, 337, 370, 405, 466, 521, 778
 Веселовский В. Н. 111
 Веснін І. М. 830
 Ветрова Н. М. 522
 Викторов Е. А. 580
 Виноградов Е. В. 545
 Винокурова Е. А., Vynokurova О. 364, 433, 492
 Висоцька В. А., Vysotska V. A. 550, 883, 909, 953, 981, 1008, 1025, 1083, 1107, 1173, 1201, 1266, 1287, 1367, 1404, 1420, 1433, 1448, 1489, 1498, 1517, 1530, 1549
 Вишневский Р. 436
 Власенко Н. В., Vlasenko N. V. 1346, 1426
 Власов В. А. 271
 Вовк О. Б. 808, 1161
 Вовк С. М., Vovk S. M. 406, 578, 912, 990, 1037, 1074, 1203, 1267
 Войтов Г. В. 739
 Войтович О. П. 1040
 Войтович С. А. 528
 Волгин Л. И. 112, 143
 Волкова В. В. 616, 639, 729, 773
 Волобуев В. А. 221
 Волочий Б. Ю. 821
 Волошин О. Ф. 1182
 Воробьев Р. В. 180
 Воропай А. Ю. 529, 630
 Воропай О. Ю. 397, 498, 647, 670
 Воскобойник В. А. 431, 868
 Второв Е. П. 385
 Высоцкая Е. В. 666
 Высочина О. С. 700, 779
 Выхованец В. С. 40

 Габриэльян Д. Д. 144
 Гавриленко О. И. 415, 455
 Гавриленко С. Ю., Gavrylenko S. Y. 1366, 1454
 Гавриляко В. М. 274
 Гагарин А. А. 136

 Гадецька С. В., Gadetska S. V. 1140, 1226, 1327, 1346, 1426
 Газимов Р. Т. 477
 Галіченко О. С. 938
 Галушко И. А. 608
 Галушак А. В. 1004
 Галько С. В. 303
 Гальченко А. В. 1204
 Гамаюн И. П. 181
 Гапоненко Н. П., Гапоненко М. П. 91, 327, 371, 490, 523, 552, 605, 712, 830, 858
 Герасин С. Н. 41, 113, 524, 553
 Гимпилевич Ю. Б. 944
 Глушенков С. А. 984
 Глушенкова И. С. 984
 Глушко В. І. 446
 Гнатушенко В. В. 932
 Говоров А. О. 525
 Говорущенко Т. О. 935
 Годлевський Л. С. 1022
 Голдобин А. А., Голдобін О. О. 459, 744, 783
 Головатий А. І. 694
 Головач Г. П. 644
 Головін О. О. 1499
 Головки И. А. 1051
 Головки Ю. В. 28
 Гоменюк С. І., Гоменюк С. И. 461, 505, 648, 816, 1385
 Гомольский Д. М. 467
 Гонтарь Н. А. 753
 Гончарова А. И. 673
 Горавский С. П. 281
 Горбань А. Н. 77, 833
 Горбач А. И. 607
 Горбачев М. Н. 78, 247, 275
 Горбійчук М. І. 955
 Горецкий А. С. 345, 526
 Горобець Є. І. 897
 Гороховатский А. В. 1010
 Гороховатский В. А.,
 Гороховатський В. О.,
 Gorokhovatskyi V. O. 554, 618, 995, 1010, 1038, 1075, 1040, 1226, 1426
 Горшков Е. В. 428
 Гостев В. В. 5, 182

Гостев В. И., Gostev V. I. 4, 5, 42, 79, 114, 145, 182, 240, 248, 249, 276, 304, 305, 338, 372, 429, 439, 474, 555, 619, 641, 667, 701, 722, 780
 Гофман Є. О., Гофман Е. А., Gofman Y. A., Gofman Y. O. 781, 1027, 1047, 1304, 1387, 1408, 1444, 1469
 Гранат П. П. 125
 Гребенник И. В. 373, 407, 620, 653
 Гребенюк С. Н., Гребенюк С. М. 470, 600
 Грездов Г. Г. 494
 Григорчак І. І. 1080
 Григорьев А. В. 380
 Григорьев Ю. А. 250
 Гриценко А. А. 463, 663, 739, 817
 Гриценко Ю. А. 653
 Грищук О. В., Gryshchuk O. 1252, 1415, 1445
 Грищук Т. В. 752
 Грохольский Я. М. 1021
 Грушко С. С. 763
 Грядун В. И. 36, 146, 306, 495
 Губский А. Н. 847
 Гузь О. А. 732, 784
 Гулин А. С. 307, 339, 440, 556, 668, 705
 Гулін С. П., Гулин С. П. 408, 668, 705
 Гуменюк Т. В. 955
 Гурко А. Г. 913, 982, 1205
 Гусев В. Б. 1056
 Гусева Ю. Ю. 1268
 Гусятин В. М. 621
 Гусятин М. В. 513, 539, 609

 Дейнега Л. Ю. 46
 Давиденко В. В. 129
 Давыдов А. А. 566
 Даденков Д. А. 1100
 Даденков С. А., Dadenkov S. A. 1100, 1149, 1217
 Данильченко А. О. 1076
 Данильченко Д. В. 199
 Данич В. Н., Даніч В. М. 779, 834
 Дармороз М. М. 1055
 Деев С. Г. 80
 Дейнега Л. Ю. 558
 Дейнеко А. О., Дейнеко А. А. 782, 1009, 1309

Демерчян К. А. 794
 Демиденко Д. С. 43
 Демин М. К. 527
 Демків Л. І. 792
 Демчук А. Б., Demchuk A. B. 884, 1013, 1266, 1352
 Дергачов В. А. 1347
 Деревянко О. В. 1063
 Дзензерский В. А. 215, 277, 841
 Дибе Г. 660
 Дивак М. П., Dyvak M. P. 1178, 1060
 Дичка І. А., Dychka I. A. 996, 1294, 1321
 Диянкова Е. В. 99
 Диянкова С. А. 99
 Дмитренко В. П. 216, 705, 825, 868
 Дмитриев В. С. 1141
 Дмитриева О. А. 811
 Дмитриенко В. Д. 914
 Добросердов О. Г. 1330
 Довбиш А. С., Dovbysh A. S. 915, 966, 1345, 1155
 Довбня А. Н. 581
 Довгополая А. А. 1206
 Довнар А. И. 666
 Дозоренко І. С. 733
 Долгов А. Ю. 81
 Долгов В. И. 374, 557, 622
 Долгов Ю. А. 6,
 Долотов А. І., Dolotov A. 691, 806
 Дорогов А. Ю. 82, 147, 251
 Дорофеев Ю. И., Дорофеев Ю. І. 916, 956, 1039, 1513
 Дорошенко В. А. 885
 Дорошенко М. В. 1388
 Дорошенко Ю. Н. 83, 148,
 Дочвири Д. Н. 217, 308, 409
 Дранкова А. О. 496
 Дробахин О. О., Дробахін О. О. 243, 322, 612, 636, 642
 Дробик О. В. 1389
 Дрозда Т. П. 996
 Дронова Т. А. 1330
 Дружинин В. А. 44
 Друзева Е. В. 55
 Дубинин Р. Р. 345
 Дубинская Н. Г. 702
 Дубовик С. А. 309

- Дубовик Т. М. 1406
 Дубровин В. И., Дубровін В. І.,
 Dubrovin V. I. 7, 45, 83, 84, 85, 115, 148,
 149, 183, 218, 252, 310, 367, 375, 410, 441,
 442, 471, 497, 558, 563, 582, 587, 655, 671,
 672, 723, 731, 774, 859, 875, 886
 Дубровина А. В. 341
 Дудатьев А. В. 1040
 Дудуш А. С. 1180
 Дулесов А. С. 150, 184
 Дуравкин Е. В. 640
 Душинова Е. В. 548, 583, 617
 Дхахери А. А. 242
 Дьячук Т. С. 559, 754
 Дядичев В. В. 278
- Евланов М. В. 724, 860
 Евсеев С. П., Evseev S. P. 950, 673
 Евсеева Л. Г. 373
 Егоров А. С. 616
 Егошина А. А. 560
 Емельяненко С. С. 538
 Еремин Е. Л. 253, 279
 Ермолаев Е. П. 610
 Ермоленко А. А. 337
 Ермоленко М. Л. 357
 Ефименко А. А. 1288
 Ефименко К. Н. 436
 Ефименко Н. В. 116, 219, 498
- Євдокимова Н. О. 458
 Євсєєв С. П. 1046
 Єрофеєва А. А. 1103
 Єфіменко А. А. 725
- Жавжаров Є. Л. 703, 708
 Жаднов В. В. 856
 Жариков И. И. 1051
 Жарикова М. В. 1057
 Жаркова А. В. 1247
 Жеваго А. А. 1258
 Жернаков С. В. 117, 151, 185, 220
 Жигачев В. М. 269
 Жиров Г. Б., Zhiron H. B. 1142, 1300
 Житник Н. Е. 841
 Житников Б. Ю. 118
 Житников Ю. З. 8, 186, 221
- Жихаревич В. В., Zhikharevich V. V. 957,
 977
 Жуков Л. А. 376
 Журавлёв В. Н., Журавльов В. М. 9, 643
 Журавська І. М., Zhuravska I. M. 1077,
 1430
 Журавчак Л. М. 1101
 Жураковський Б. Ю. 119
 Жураковський Ю. П. 152
 Жураковський Я. Ю. 119
- Заболотный В. А., Zabolotnyi O. V. 443,
 1225
 Заболотный О. В. 443, 1347
 Заболотный П. И. 642
 Забродська Н. В. 1101
 Завалин А. А. 378
 Заварзин А. В. 280
 Завгородний А. Ю. 503
 Зависляк І. В. 644
 Заец А. В. 574
 Заєць Ю. О. 1349
 Зайко Т. А., Zaiko T. 887, 1091, 1116
 Зайцев Д. А. 472
 Зайцев С. А. 584, 704, 755
 Зайцева-Великодна С. С. 1181
 Заковоротный А. Ю. 914
 Залевский А. П., Залевський О. П. 319,
 352, 423, 627, 820, 844
 Запорожец О. В. 10
 Зарецкий Н. А., Zaretsky M. O. 1035, 1213,
 1409, 1474
 Заскоцкая М. В. 499
 Захаренков А. И. 1330
 Захаров И. С. 11
 Захарченко А. А. 570
 Заяць В. М. 623
 Зверев В. М. 577
 Звягинцев Е. А. 867, 923
 Зейн А. 679
 Зеленева И. Я., Zelenyova I. Y. 437, 463,
 663, 719, 739, 771, 817, 896
 Зенькович А. А. 378
 Зидат Х. 347, 504
 Зиненко И. И. 379
 Зиноватная С. Л. 591
 Зиновкин В. В. 444, 674, 958

Зиновьев А. Ю. 86
 Зинченко Р. Н. 538
 Зинченко Ю. Е. 739
 Зімчук І. В. 1102
 Зінченко М. В. 983
 Зінковський Ю. Ф., Zinkovskiy Y. F. 907
 917, 983
 Змисний М. М. 821
 Золотухин О. В. 931
 Зубков А. М., Zubkov A. M. 918, 1509
 Зубков В. М. 21
 Зубов Д. А., Zubov D. A. 254, 1464

Ибрагим К. Х. 511
 Ибрагимов О. М. 645
 Иваница С. В. 804
 Иванов А. Н. 120
 Иванов А. Ю. 1144
 Иванов Д. В. 653
 Иванов Д. Е. 624
 Иванов Ю. А. 812, 1144
 Иванова Е. А. 610
 Иванченко В. А. 338
 Ивочка Н. В. 585, 617
 Игнатченко М. С. 1385
 Ильина Л. В. 279
 Ильяшенко М. Б., Ильяшенко М. Б.,
 Pyashenko M. 473, 530, 562, 694, 783, 888,
 1011, 1387, 1157, 1168, 1469
 Имамвердиев Я. Н., Imamverdiyev Y. N.
 933, 1078, 1148
 Имшенецкий Д. А. 836
 Исмаилов Б. Г. 175

Ивацишин Ф. О. 1080
 Ігнаткін В. У. 894

Кривенко В. И. 46
 Кабак В. С. 179, 246, 260, 377, 643, 911
 Кавац О. О. 932
 Каврин Д. А. 1121
 Кадикова І. М. 1099
 Кадырова А. А. 1023
 Кадырова Д. Р. 1023
 Казарян Д. А. 629
 Казурова А. Е. 486, 548, 585, 617, 628, 656
 Кайали Э. 794

Калачева В. В. 366, 402, 657
 Калашников Е. Е. 681
 Калекина Т. Г. 675
 Калинин Д. А. 835
 Калініченко А. В. 187
 Калініченко В. М. 153
 Каменских А. Н. 1160
 Каминская Ж. К. 511, 1183, 1228
 Камінський Р. М. 999
 Камышанов А. Ф. 606
 Канов Л. Н. 37, 69
 Каплиенко Т. И. 1111
 Карасев А. Л. 453, 707
 Каращук Н. М. 1349, 1529
 Каргин А. А. 380, 869
 Кардаков А. Ю. 248, 304
 Кардашук В. С. 510, 685, 741
 Карпуков Л. М. 12, 47, 87, 121, 154, 188,
 222, 255, 288, 311, 343, 381, 411, 477, 499,
 529, 586, 602, 630, 676, 766, 889
 Карташов В. М. 1434
 Каспирович Н. А. 922
 Касьян К. Н., Касьян К. М. 13, 48, 88, 382,
 446, 658, 717
 Касьян Н. Н., Касьян М. М. 13, 48, 89, 122,
 343, 382, 446
 Касянчук М. Н. 1079
 Катеринчук І. С. 1328
 Качан Ю. Г. 1103
 Качур М. 412
 Качур С. А. 448
 Каширский И. С. 1094
 Квасніков В. П., Kvasnikov V. P. 449, 1422
 Квичанский А. В. 99
 Керносов М. А. 836
 Килимник И. М. 531
 Киприч Т. В. 563, 587
 Киреева Е. И. 1122
 Киричевський В. В., Киричевский В. В.
 461, 470, 500, 505
 Киричевський Р. В., Киричевский Р. В.
 461, 500
 Киричек Г. Г. 370, 466, 564, 677, 778
 Кириченко В. В. 1516
 Кириченко Л. О., Kirichenko L. O.
 758, 794, 925
 Кирсанова Е. В. 344, 488

- Кирсанова Е. Н. 123, 189
 Киселев Е. Н. 462
 Киященко А. В. 340
 Кіку А. Г. 14, 15, 155,
 Кіпріч Т. В. 655
 Клепач М. І. 1086
 Климаш М. Н. 223
 Клименко В. П. 124
 Клімова І. М., Klymova I. N. 1384, 1373
 Клочок А. Ю. 765, 789
 Клячкин В. Н. 156, 214
 Князева Н. О. 1269
 Кораблев Н. М. 513
 Кобыляцкий А. Г. 608
 Коваленко А. Н. 626
 Коваленко Д. А. 490, 544, 605, 863
 Коваленко О. В. 1249
 Коваленко С. В., Kovalenko S. V. 1106, 1570
 Коваленко С. Н., Kovalenko S. M. 1106, 1570
 Коваленко Т. Н. 675
 Коваль К. В. 639
 Коваль К. О. 1000
 Коваль С. Н. 1120
 Коваль Ю. А. 610, 809, 837
 Ковнир А. Э. 1011
 Ковтун В. В., Kovtun V. V. 1139, 1190, 1216
 Кожухівська О. А. Kozhukhivska O. A. 831, 876, 903, 928, 1356, 1441, 1491
 Кожухівський А. Д., Kozhukhivskyi A. D., Kozhukhivskyj A. D. 831, 876, 903, 928, 1356, 1441, 1491
 Кожушко Д. Г. 621
 Козадаев К. В. 1122
 Козин И. В. 475
 Козина Г. Л., Козіна Г. Л. 256, 345, 482, 525, 594, 835, 994
 Козлов А. В. 671
 Козлов М. А. 553
 Козлова Е. И. 1122
 Козуля Т. В., Kozulia T. V. 1104, 1421, 1514
 Козырев В. Г. 312, 413, 786
 Колесниченко С. П. 730
 Коломейцева М. Б. 190
 Коломоец Г. П. 532, 814
 Коломыщев М. В. 727
 Колпакова Т. А., Kolpakova T. 671, 728, 861, 1070
 Колчигин Б. В. 729
 Коляда А. И. 467
 Коляда М. Г. 646
 Коляденко А. В. 1064
 Коляденко Ю. Ю. 934, 1248, 1405
 Комарцова Л. Г. 191
 Комин Д. С. 738
 Комиссаров К. М. 1186
 Кондратенко Н. Р. 1105
 Кондратенко Ю. П. 743
 Кондратець В. О. 1042
 Кондратьев Е. В. 329
 Кондратьев А. В. 61
 Кондратьев С. О. 1107
 Кондрук Н. Е., Kondruk N. E. 1162, 1515, 1278
 Коноваленко Н. А. 98
 Кононенко В. А. 769
 Конопля В. А. 442
 Копаліані Д. С. 898
 Копп А. М., Корр А. М. 1143, 1171
 Копылев А. Н. 693
 Копылева Н. Ю. 810
 Кораблев Н. М., Korablev N. M. 450, 539, 926
 Корбецкий О. Р. 125, 167
 Корельский Д. В. 100, 192
 Корниенко М. А. 1051
 Корниенко С. К. 32, 584, 706
 Корнієнко О. В. 1408
 Коробко О. С. 487
 Коробов А. Г., Korobov A. G. 1062, 1164, 1213, 1474
 Коробчинський М. В. 1083, 1107
 Король Е. И. 1120
 Король О. Г., Korol O. G. 673, 951
 Корольков В. В. 16
 Корольков И. В. 625
 Корольков Р. Ю. 586, 676, 889
 Короткая В. Г. 261, 329
 Коротунов С. Ю. 1329
 Картунов В. И. 126, 193
 Косолап А. И., Косолап А. I. 1206, 1406

- Костенко В. Л. 49, 763
 Костенко В. О. 890
 Костенко Е. М., Костенко О. М.,
 Kostenko E. M. 681, 1184, 1227, 1290,
 1319, 1347
 Костенко О. П. 790
 Костіков М. П. 959
 Костыря А. А. 610, 809
 Косьянчук В. В. 141
 Котляревский С. В. 241
 Котов А. С. 451
 Котюбін В. Ю. 1386
 Кофанов Ю. Н. 90
 Кошечая И. И., Кошова I. I. 1227, 1347
 Кошовий М. Д., Кошевой Н. Д.,
 Koshevoy N. D. 443, 681, 757, 787, 1123,
 1184, 1227, 1290, 1319, 1347, 1468
 Кравецъ П. О. 1367, 1433
 Кравцов В. М. 127
 Кравчина В. В. 77, 467, 833, 1163
 Крайнев В. В. 182, 276, 338
 Крапивной А. В., Крапивний О. В. 414,
 452, 457, 476, 501, 533, 588
 Красичков А. А. 244, 270, 464
 Красій А. В. 935
 Краснов М. В. 50
 Краснопоясовський А. С. 194
 Красношлык Н. А. 960
 Красовська Ю. О. 1043
 Кривенчук Ю. П. 1161
 Криводубский О. А. 477
 Кривохата А. Г. 1385
 Кривуля Г. Ф. 2, 453, 707
 Криксунов Є. Е. 129
 Крисан А. А. 589
 Крисан Ю. А. 589
 Кришук В. Н., Кришук В. М. 17, 39, 91,
 227, 313, 371, 499, 502, 529, 590, 647, 843,
 922
 Кротких С. С. 758
 Крылов В. Н. 434
 Крюков А. М. 1290
 Кряжич О. О. 1249
 Куваев В. Н. 18,
 Кудерко Д. А. 57
 Кудерметов Р. К., Kudermetov R. K.
 256, 478, 479, 678, 753, 1399
 Кудин А. В. 891, 1385
 Кудин В. Ф. 454, 480, 730, 838,
 Кузнецов Г. В. 158
 Кузнецов Ю. А. 242, 813
 Кузнецова Ю. А. 1001
 Кузнецов Д. I. 1044
 Кузовенков Н. В. 284
 Кузьма К. Т. 1081
 Кузьмин С. В. 554
 Кузьмина Л. В. 76
 Кузьмінський Р. Д. 1230
 Кулеба М. В. 1051
 Кулик А. С. 415, 455, 503, 759, 788, 789
 Кулик Ю. О. 1080
 Куликов А. А. 320
 Куликов А. Ф. 287
 Кулинич Э. М. 1183
 Кулишова Н. Е. 177, 551, 696
 Кунанецъ Н. Е. 972
 Кунах Н. Н. 439
 Кунгурцев А. Б., Kungurtsev O. B. 383,
 591, 1558
 Куник Е. Г. 626
 Купельський В. В. 1271
 Купін А. I., Kupin A. I. 679, 1044, 1464
 Курапов С. В. 565, 839, 1012
 Куренко А. Б. 265
 Куренный Э. Г. 92
 Кустра Н. О. 737
 Кутний В. Е. 570
 Куцак С. В. 680, 810
 Куцевич И. В. 664
 Купенко Я. В. 1009
 Кучеренко В. Е. 360
 Кучеренко Д. Е., Kucherenko D. Y. 650,
 1150
 Куш С. Н. 941
 Лаврентьев В. Н., Lavrentiev V. M. 51,
 1015, 1115
 Лавров А. А. 52
 Лазаренко А. А. 769
 Ламонова Н. С. 492
 Лапко В. В. 900
 Ласт Е. В. 224
 Лахно В. А., Lakhno V. A. 997, 1071, 1147,
 1169

- Лаходьнова Н. В. 195, 257
 Лебедев Д. О. 1112, 1255
 Лебедев С. Г. 636
 Левин В. И. 255, 258, 862, 962, 963, 998, 1024, 1045, 1124, 1250, 1270
 Левинзон Д. И. 536, 871
 Левинский М. В., Левінський М. В. 1031, 1068
 Левыкин В. Н., Левикін В. М. 9, 263, 790
 Левыкина В. И. 80, 548, 583
 Легалов А. И. 159
 Леонова Т. И. 43
 Лесовик У. И. 347
 Лесовой И. П. 114
 Ленков Є. С., Lienkov Y. S. 1142, 1300
 Лизгин В. А. 113, 346
 Липчанский А. И. 347, 416, 487, 504, 566
 Лисицкая И. В. 791, 815
 Лисицкий К. Е. 1125
 Лисняк А. А. 648, 892
 Лисовиченко О. И. 52
 Лисоконь І. В. 22
 Литвин В. В., Lytvyn V. V. 649, 760, 1013, 1025, 1173, 1201, 1266
 Литвиненко В. А. 894
 Литвиненко В. И. 226, 281
 Литвиненко М. А. 456
 Литвинов Е. Н. 93, 160,
 Литвинова Е. И., Литвинова Є. І. 342, 732, 784, 818, 845, 1403, 1512, 1568
 Лихограй В. Г. 517
 Лихоузов А. С. 93, 160
 Лихоузова Т. А. 93, 160
 Лобов В. Й. 592, 1058
 Лобова К. В. 1058
 Логачева Л. М. 53, 259, 314, 680, 810
 Ложковский А. Г. 756
 Лоза Е. И. 1036
 Лозинський А. О. 94, 792
 Лопатка Ю. А. 858
 Лопин В. Н. 11, 54, 95, 161
 Лукьянова В. П. 393
 Луценко И. А. 1085
 Луценко Н. В. 116, 219, 498, 767
 Лученко О. А., Лученко О. О. 415, 455, 760, 788
 Львов А. С. 766
 Льовкін В. М., Lovkin V. M. 762, 731, 1070, 1091, 1116, 1157, 1508, 1559
 Лысенко Е. В. 576
 Лысенко Т. В. 541, 576
 Любчик Л. М. 916, 1039, 1513
 Ляхов А. Л. 124
 Ляшенко А. В. 1022
 Ляшенко С. А. 626
 Магдалиц Т. И. 1120
 Магро В. И., Магро В. І., Magro V. I. 315, 1043, 1579
 Макаревич О. Б. 139
 Маковесенко Д. О. 1407
 Макрушан И. А. 512
 Максименюк А. В. 430
 Малафеева А. А. 20
 Малий О. Ю. 647
 Малишева Д. М. 806
 Мальчева Р. В. 491, 776
 Маляр М. М. 1059
 Мамедов К. Ш., Mamedov K. S. 1014, 1126, 1174
 Мамедов Н. Н. 1126
 Мамедова А. Г. 1014
 Мандзій Б. А. 821
 Манило Т. В. 538, 549
 Маркин А. Г. 142, 179, 246, 405, 717
 Мартиненко О. С. 1099
 Марусенкова Т. А. 919
 Марухина О. В. 212
 Марущак Я. Ю. 127
 Марценюк В. П. 196, 1229
 Марченко С. В. 840
 Маслак А. А. 1041
 Масляк Ю. Б. 1060
 Маслоva Н. Д. 478
 Мастиновский Ю. В., Mastinovsky Y. 964, 1168
 Масуд М. Д. 157
 Матросова Ю. Н. 200
 Матухно В. В. 1090
 Матюшин В. М. 703, 708
 Матюшин М. В. 132
 Мацелюх Ю. Р. 1420
 Мацуй А. М. 1042
 Машевська М. В. 799

- Машталир В. П. 128
 Машталир С. В. 910, 1185
 Мегель Ю. Е. 1106
 Медяков О. О. 1549
 Мейстер Ю. Л. 26, 162, 201
 Мележик Р. С. 1368
 Мельник А. В. 226
 Мельник А. М., Melnik A. M. 1060, 1178
 Мельников А. Ю. 1186
 Мельников О. С. 1513
 Мельникова Н. І. 973, 1161
 Месюра В. І., Месюра В. ІІ. 103, 280
 Мизерная Е. Л. 505
 Милка А. Д. 247
 Милях М. В. 610
 Мирзаев Н. М. 988
 Мирзаев О. Н. 988
 Мирный В. О. 958
 Миронів І. В. 957
 Миронова Н. А., Myronova N. 442, 761, 842, 1168
 Мирошкин А. Н., Miroshkin A. N. 893, 719
 Мисюра А. А. 282, 348, 417
 Митрахович И. О. 1122
 Митрохин С. А. 283
 Михайлин В. Н. 459
 Михайлов А. Г. 757
 Михайлова М. В. 534
 Михнова А. В. 836
 Мищенко А. С. 845
 Мищенко М. В., Міщенко М. В. 828, 843
 Мінаєв Ю. М. 129
 Місюра А. О. 457, 483
 Міщук М. В. 1332
 Моисеев С. И. 1041
 Молдовян Н. А. 594
 Молодецька К. В.,
 Молодецька-Гринчук К. В. 965, 1061
 Молчанова В. С. Molchanova V. S. 936, 1135, 1340
 Мороз В. І., Moroz V. I. 593, 1460
 Мороз В. В. 942, 943
 Мороз Г. В. 1084, 1449
 Морозов А. А. 1290
 Морозов В. М. 260, 315, 840
 Морщавка С. В. 25, 651, 762, 851
 Москаленко А. С., Moskalenko A. S. 1164, 1213, 1409, 1474
 Москаленко В. В., Moskalenko V. V. 966, 1062, 1164, 1213, 1409, 1474, 1524
 Мотайло А. П. 800, 1026
 Мочалин А. Е. 967
 Мочурад Л. І. 1207
 Музика І. О. 1044
 Муляк О. В. 821
 Мурад А. А. 818
 Муратов В. В., Muratov V. V. 1290, 1319, 1371
 Мусиенко М. П., Мусієнко М. П. 567, 1077
 Мухамадиева Т. А. 99

 Набока И. А. 336
 Нагорный В. В., Nahorny V. V.,
 Nahornyi V. V. 1082, 1208, 1247, 1131, 1544
 Назаренко В. В. 227
 Назарук М. В. 972
 Накашидзе Л. В. 1234
 Намлинський А. О. 371, 535
 Нариманова Е. В. 1036
 Настенко А. А. 815
 Наталенко С. С. 683
 Наталуха Ю. В. 611
 Небеснюк О. Ю. 55, 456, 536, 726, 785
 Невлюдов И. Ш. 21, 385, 418, 920
 Неласая А. В., Неласа Г. В. 39, 227, 374, 419, 481, 557, 594, 622, 709, 733, 749
 Нестеренко Б. Б. 595
 Нечипоренко Н. А., Нечипоренко Н. О. 1, 349, 579
 Никитина Т. Б. 658
 Николенко А. А. 435
 Никонов А. Ю. 785
 Никонова А. А. 536, 726
 Никонова З. А. 55, 456, 726, 785
 Никулищев Г. И., Нікуліщев Г. І. 482, 525, 864
 Нич Л. Я. 999
 Нич М. О. 1083
 Ніжебецька Ю. Х. 683
 Нікітчук Т. М., Nikitchuk T. M. 1257, 1519, 1547

- Ніколаєнко В. І. 1046
 Новиков А. К. 506, 507
 Новицкий Н. Н. 163
 Новожилова М. В. 716, 1090, 1368
 Новомлинов А. Г. 261
 Новосела П. А. 608
 Новосельцев И. В. 596
 Новотарский М. А., Новотарський М. А.,
 Novotarskyi M. A. 164, 228, 386, 508, 569,
 595, 1443
 Носенко Т. И. 576
 Носок С. А. 321, 727
- Обельченко В. В.** 610
 Оборжицкий В. І. 509
 Оборська О. В. 1013
 Овский А. Г. 597, 710
 Овсяк О. В. 734
 Овсяников В. В. 162
 Огренич Е. В. 523, 552, 819, 922
 Озірковський Л. Д. 821
 Оксанич И. Г. 1085
 Олейник С. В. 813
 Оленев Е. А. 197
 Олійник А. О., Oliinyk A. A.,
 Oliinyk A. O. 604, 711, 781, 887, 921, 931,
 985, 1027, 1053, 1070, 1072, 1091, 1116,
 1157, 1168, 1199, 1280, 1378, 1387, 1408,
 1427, 1444, 1461, 1469, 1508, 1559
 Олійник Л. В. 894
 Олійник О. О. 652
 Омельчук Н. А. 49
 Онай М. В., Onai M. V. 996, 1584
 Онищенко В. Ф., Оніщенко В. Ф. 431,
 446, 731
 Онищенко С. А. 96
 Онуфриенко Л. М. 895, 968, 969
 Онуфрієнко В. М., Онуфриенко В. М. 22,
 56, 97, 198, 263, 264 282, 316, 317, 348,
 350, 387, 417, 457, 476, 483
 Опанасенко В. М. 388
 Орлов А. А. 271
 Орлов В. В. 318, 389
 Орловский Д. Л., Orlovskiy D. L. 1143,
 1171
- Орловский И. А., Орловський І. А. 130,
 229, 351, 390, 420, 487, 537, 654, 735, 865,
 897
 Орос Б. Б. 1311
 Осадчий В. В., Osadchyi V. V. 391, 1547
 Осадчук О. В. 1000
 Осипов С. А. 1041
 Остапов С. Е. 957
 Остренко В. С. 736
- Павленко П. М., Pavlenko P. M.** 421, 458,
 1503, 1566
 Павлик А. В. 1227
 Павлик Г. В. 1347
 Палагин В. А. 21
 Панасенко Е. В., Панасенко Є. В. 816, 866
 Панченко И. В. 555
 Парфененко Ю. В., Parfenenko Y. V. 938,
 1503
 Парфентий А. Н. 340
 Панферова И. Ю. 1309
 Пархоменко А. В., Parkhomenko A. V. 23,
 57, 98, 199, 284, 608, 721, 1475, 1575
 Пархоменко В. П. 779
 Пархоменко Л. А. 287, 573
 Пасічник В. В., Pasichnyk V. V. 972, 1114
 Пашков Д. В. 814
 Пелешко Д. Д. 737
 Пелещак І. Р. 1108
 Пелещак Р. М. 1108
 Переварюха А. Ю., Perevaryukha A. Y.
 939, 1381
 Переверзев А. В. 57, 485
 Передрий Е. О. 618, 995
 Петренко Я. И. 1020
 Петрищев А. А. 24, 682
 Петрищев О. Н. 940
 Петріченко О. В. 790
 Петров К. Э., Петров К. Е. 1309, 1516
 Петров Э. Г. 451
 Петрова Е. В. 795
 Печенежский Д. С. 168
 Печенов А. В. 200

- Пиза Д. М., Піза Д. М., Piza D. M. 25, 26, 51, 140, 162, 201, 230, 255, 267, 301, 319, 352, 370, 422, 423, 465, 466, 571, 598, 627, 651, 756, 762, 770, 820, 844, 867, 923, 1015, 1084, 1165, 1251, 1299, 1331, 1419, 1449
 Пиза Н. Д. 285
 Пильпай С. И. 1418
 Пилявський В. В. 1407
 Пинчук В. П. 27, 764
 Пирожок А. В. 211
 Питенко А. А. 86
 Пишко И. В. 321
 Пищукина О. А., Pishchukhina O. A. 879, 765, 789, 1152
 Плаксин С. В. 169, 202, 277, 424, 841
 Плахтеев А. П. 982
 Плахтеев П. А. 982
 Плехно С. А. 809
 Плисс И. П., Плісс І. П., Pliss I. 241, 364, 428, 433, 782, 881
 Плутенко А. Д. 250
 Побеженко И. А. 340
 Побийпеч О. А. 79
 Погорелая Л. М. 425
 Погосов А. Ю. 1063
 Погосов В. В., Pogosov V. V. 631, 634, 662, 854
 Поддубный В. А., Piddubnyi V. O. 1094, 1292
 Подковалихина Е. А. 764
 Подольская О. Г. 328
 Подчасов А. Ю. 425
 Поздняков А. А. 102, 353
 Поздняков О. А. 57
 Поздняков С. А. 1041
 Полесский С. Н., Polesskiy S. N. 856, 1005
 Политов И. В. 18
 Поліщук А. В. 1272
 Поліщук Б. О. 1530
 Поліщук В. В., Polishchuk V. V. 1059, 1182, 1272, 1429, 1500
 Полухін О. С. 1163
 Польська О. В., Polska O. V. 954, 1399
 Польшакова О. М. 847
 Поляков М. А. 748, 857
 Полянская Ж. Н. 10
 Попов А. Н. 1330
 Попов М. О. 644
 Попов С. В. 74, 245
 Поповский В. В. 1064
 Поправка О. Н. 294
 Порван А. П. 666
 Порохня В. М. 28
 Порплиця Н. П. 1060
 Поставець Л. В. 98
 Посунько А. П. 294
 Потапенко Е. Е. 29, 140, 231, 286, 320, 354, 392, 445, 486
 Потапенко Е. М. 29, 100, 140, 192, 392, 445, 486, 548, 572, 617, 628, 656, 822
 Потий А. В. 738
 Пресняк И. С. 820
 Привалов В. Н. 169, 202
 Привалов Е. Н. 642
 Приймак В. Ю. 837
 Прилепа Д. В., Prylepa D. V. 915, 1456, 1507
 Притула А. В. 655Притула М. О. 1000
 Прогонов Д. А., Progonov D. O. 941, 1382, 1463
 Прокіпчук О. А. 1517
 Прокопенко Е. В. 500
 Прокопенко Л. В. 1434
 Прокопенко О. В. 713
 Прокопенко Р. В. 485
 Прокопчук О. Н. 1267
 Прокофьев В. П. 131, 165, 355, 427
 Проскурін М. П. 763
 Прохорец И. М.
 Прохорец С. И. 393, 570, 599
 Прохоров А. В. 1001
 Процько І. О., Prots'ko I. O. 1158, 1230, 1252, 1310, 1332, 1415, 1424, 1445
 Псарев В. И. 287, 573
 Путина Т. В. 341
 Пузікова А. В. 1289
 Пукас А. В. 1060
 Пулов Р. Д. 288, 447, 825
 Путятин Е. П. 1075
 Пшеничний О. Ю. 824
 Пьянков В. П. 394
 Пьянкова Ю. В. 573
 П'ятаченко В. Ю. 1345

- Работнов А. Е. 401
 Радченко А. Н. 232
 Радченко С. Г. 1109
 Рачок Р. В., Rachok R. V. 1055, 1110, 1253, 1271, 1320
 Ревенко В. Б. 1529
 Решевская Е. С. 600, 846
 Решетникова Н. В. 376
 Рзаев Х. Н. 1046
 Рибачок Н. А. 1311
 Рибін О. І. 683
 Риждова А. С. 966
 Рихальський О. Р. 1349
 Рихтер О. О. 315
 Різун Н. О. 796
 Родинко М. Ю., Rodinko M. Y. 1051, 1192
 Рождественська М. Г. 493
 Рожнова Т. Г. 1227
 Романенко А. С. 121
 Романенко І. О. 657
 Романенко С. Н., Романенко С. М., Romanenko S. N. 47, 121, 222, 288, 313, 381, 630, 825, 843, 868, 1282, 1419
 Романів І. Т. 1364
 Романов О. М. 1386
 Романова Т. Е. 373
 Романюк В. В., Romanuke V. V. 684, 740, 803, 826, 880, 929, 978
 Романюков М. Г. 1231
 Рубан І. В. 528
 Рубан С. А. 592
 Рубцов А. Г. 540
 Руденко О. Г. 346, 574
 Руднева М. С. 449
 Рулева Т. В. 186
 Рыбакова О. В. 608
 Рыбин В. О. 311, 377
 Рыбка А. В. 570
 Рябова Н. В. 931
 Рябуха В. П. 1434
 Рябченко В. Н. 141
 Рязанцев А. И., Рязанцев О. І. 510, 685, 741
 Сабадаш С. С. 1349
 Сабо И. И. 797
 Савелло А. Є. 858
 Савельев А. В. 575
 Савков О. О. 942
 Савков С. О. 943
 Савочкин Д. А. 944
 Садовский М. Г. 123, 189, 233, 540
 Саенко Е. Р. 72
 Сазонов А. В. 261
 Саленко В. М. 4
 Салман А. М. 700
 Салтиков Д. Ю. 322
 Самер А. 650
 Сами М. 504
 Самойлик С. С. 269, 601, 686, 827
 Самойлин Е. А. 289, 395
 Самоквіт С. О. 397
 Самолчев П. А., Самолчев П. О. 22, 56, 97
 Сарафанов А. В. 90
 Сафоник А. П. 1086
 Сверстюк А. С. 1229
 Святный В. А. 1144
 Сгадов С. А. 58, 59
 Семенихин С. В. 135
 Семенов Д. С. 1015, 1084, 1165, 1251, 1331
 Семенов С. Ф. 809
 Семёнов В. В. 49
 Семеняка А. В. 1434
 Семерюк Т. Н. 521
 Семикина М. Ю. 714
 Сенашова М. Ю. 101, 203, 396, 540
 Сергеев В. А. 166
 Сергиенко А. В. 869
 Сердюк М. Є. 1065, 1273
 Сердюк О. Ю. 1085
 Сердюк С. Н. 102, 353, 511, 1183, 1228
 Середа Л. Б. 692
 Сероштан С. Ю. 817
 Серпенинов О. В. 289
 Сетлак Г. 356
 Сидоров В. Н. 384, 426,
 Сидоров Д. В. 823
 Сидоров М. В., Sidorov M. V. 1134, 1154, 1210, 1214, 1412
 Сизиков В. П. 290
 Сикорский Р. С. 46
 Симаков А. Л. 60, 118, 200

- Симоновський Ю. В. 1345
 Симонян С. О. 629, 1028
 Синявский А. А. 537
 Сиренко А. С. 820, 844, 867
 Сироджа И. Б. 265
 Сиротюк О. В. 858
 Сицилицин Ю. А., Сіцилицин Ю. О. 863, 843
 Сідень С. В. 1407
 Сіренко О. І. 1269
 Сірик С. Ф. 1273
 Скаковська А. М. 194
 Склярів А. Я. 512
 Скобцов Ю. А., Skobtsov Y. A. 357, 975, 979
 Скоробогатов Ю. В. 25
 Скрупская Л. С. 687, 767, 1029
 Скрупский С. Ю., Skrupsky S. Y. 658, 687, 767, 870, 1002, 1053, 1072, 1091
 Скулиш М. А. 1048
 Скуртов С. Н. 276, 429, 474, 555
 Слепцов В. И. 422, 602
 Слипченко А. Н. 368
 Слипченко Е. В. 524
 Слюсарова Т. І., Слюсарова Т. И. 22, 56, 97, 198
 Сметанин И. Н. 756, 890
 Сметанин Р. И. 768
 Смирнов В. С. 30
 Сніжної Г. В., Снежной Г. В. 61, 631, 633
 Снігур О. О. 1105
 Соболева Е. В. 805
 Соболенко О. В. 947
 Сокирук В. В. 103
 Соколовский И. И. 169, 215, 277
 Солдатов Б. Т. 273, 319, 337, 405, 521
 Солдатов К. А. 776
 Солодовник А. И. 467
 Соломаха А. В. 320, 392, 445, 572, 603
 Соляник О. А. 809
 Сотула Ж. В. 940
 Співан О. М. 1209
 Становский А. Л. 541, 576
 Стародубцев Н. Г. 418
 Стенин А. А., Stenin A. A. 847, 1176, 1303, 1527
 Степаненко А. А., Степаненко О. О. 199, 598, 770
 Степаненко К. Э. 1011
 Столбов В. Ф. 657
 Столбовой М. И. 1185
 Столяров В. С. 1075
 Стрельницкий А. А. 517, 885
 Стрельницкий А. Е. 517, 885
 Стяглик Н. І., Stiahlyk N. I. 1226, 1327, 1346, 1426
 Субботин С. А., Субботін С. О., Subbotin S. A. 45, 84, 115, 149, 183, 218, 252, 291, 310, 323, 344, 604, 652, 688, 704, 742, 755, 781, 798, 848, 851, 887, 906, 930, 945, 970, 971, 986, 1003, 1016, 1027, 1030, 1047, 1053, 1066, 1116, 1091, 1121, 1157, 1168, 1199, 1211, 1254, 1280, 1304, 1333, 1348, 1378, 1387, 1408, 1427, 1444, 1461, 1469, 1495, 1508, 1559
 Суліма С. В. 1048, 1232
 Супрун Т. С. 632
 Сусь Б. А. 1021
 Сусь Б. Б. 1021
 Сухобрус Е. А. 787
 Сухостат Л. В., Sukhostat L. V. 933, 1078, 1148, 1416
 Сырбачев А. В. 133
 Сыревич Е. Е. 453, 514, 650, 707
 Сысенко И. Ю. 157
 Табунщик Г. В. 7, 85, 358, 488, 698, 751, 852, 948, 1111, 1146, 1329
 Табунщик С. С. 1146
 Таланин В. И. 714
 Таланин И. Е. 714
 Тамрас Н. И. 721
 Тараненко Ю. К. 542, 796
 Тарасов В. Н., Tarasov V. N. 1187, 1212, 1233, 1264, 1274, 1291, 1325, 1344, 1362, 1369, 1402, 1417, 1428, 1446
 Таргоній І. М. 1086
 Тархова В. М. 500
 Татолов Е. Р. 718
 Твердохлеб Ю. В., Tverdohleb J. V. 723, 875, 886
 Теленик С. Ф. 31
 Терехов С. А. 99

- Терещенко И. В., Tereshchenko I. V. 724, 1223, 1326
 Терновий В. М. 30
 Терновой М. Ю. 659
 Теслюк В. М., Teslyuk V. M. 125, 167, 1158, 1230
 Тимофеев В. А. 359,
 Тимофеева О. С. 1181
 Тимошенко І. Г. 388
 Тимченко В. Л. 743, 1112, 1255
 Тисличенко А. С. 459
 Титаренко Л. А., Titarenko L. A. 896 1472, 1532, 1551
 Титенко Е. А. 1330
 Тищенко О. К., Tyshchenko O. K. 898, 924, 993, 1052
 Тімовський А. К. 744
 Ткач Ю. Э. 574
 Ткачев Э. И. 32, 431,
 Ткаченко В. Ф. 692
 Ткаченко Е. В. 434, 496
 Ткаченко Р. О. 799
 Токарев В. В., Tokarev V. V. 163, 1540
 Толбатов В. А. 489
 Толок В. А. 597, 710, 797
 Томашевский А. В., Томашевський О. В. 62, 633, 634, 894
 Томашевский В. Н. 168,
 Томашевский Р. С. 1120
 Томенко В. И. 567
 Тонкошкур А. С. 1234
 Топалов В. В. 515
 Горопов А. В. 454, 480, 838
 Трифонова К. О. 1067
 Тришкин В. Я. 1127
 Трофимов И. Н. 1180
 Трухан С. В. 987
 Тулученко Г. Я. 1026
 Туровський А. О. 917
 Туровський О. Л. 1389
 Турченко І. В. 460
 Тчинецький С. А. 1530
 Тюрин С. Ф., Tyurin S. F. 1160, 1244, 1307, 1383
 Тютюнник В. Л. 1180
 Тягунова М. Ю. 768
 Удовенко С. Г. 450, 581, 660,
 Усик В. В. 342
 Усков Н. В. 178, 213
 Успенский А. А. 249
 Успенский В. Б. 813
 Устенко І. В. 1098
 Устенко С. А. 1098
 Фазылов Ш. Х. 988
 Фандеева Е. А. 899
 Фарафонов А. Ю., Фарафонов О.Ю. 397, 499, 529, 630, 670, 795, 828, 843, 863
 Фаткин А. А. 186
 Фауре Э. В., Faure E. V. 1017, 1087, 1151, 1279
 Федасюк Д. В. 1145
 Федорова Н. Н. 99
 Федорченко Е. Н. 497
 Федорченко С. Г. 33, 63
 Федущко С. С. 1018
 Федюкович В. Е. 745
 Фефелов А. А., Fefelov A. O. 281, 903
 Филатов В. А. 360
 Филатова Д. В. 66
 Филинский Л. А. 329
 Филобок А. В. 712
 Фирас А. 450
 Фирсов С. Н., Firsov S. N. 759, 788, 849, 877, 1152
 Філімонова О. Ю. 129
 Флора В. Д. 34, 104, 134, 170, 204, 398
 Флоров А. Д. 1180
 Фомовская Е. В. 1085
 Фрейман В. И. 1188, 1256, 1275
 Фрисман Е. Я. 224
 Фролов С. Н. 1330
 Фурманова Н. І., Фурманова Н. И. 670, 795, 828
 Хабаров А. Ю. 653
 Хабачева А. Ю., Nabacheva A. Y. 794, 925
 Хажмурадов М. А. 393
 Хак Х. М. 157
 Халимов Г. З. 715, 746
 Хамза А. Р. 804
 Ханис А. Л. 1330

- Харитонов В. Н. 655, 699, 718, 774
Харченко В. В., Kharchenko V. V. 570, 875, 886, 899
Хасанов З. М. 234
Хассан К. 518
Хатнюк И. С. 611
Хаханов В. И., Хаханов В. I. 157, 518, 732, 784, 818, 845, 1488, 1512, 1568
Хаханов I. В. 818, 1488, 1512
Хаханова А. В., Хаханова Г. В. 1403, 1488, 1512
Хаханова И. В., Хаханова I. В. 340, 1512, 1568
Хацько Н. Е. 813, 989
Хиль М. И. 384, 426, 513, 609
Хо Д. Л. 190
Хобин В. А., Хобін В. А. 1031, 1068, 1166
Ходак М. В. 961, 1050
Холодна Н. М. 1489, 1498
Хоменко М. Ф. 1088
Хомченко А. Н. 800, 1026
Хорев А. П. 42
Худенко Н. П. 541
Худолий Д. А. 65, 135
Худяев А. А. 266, 292, 324, 543
Хуссейн А. Ф. 837
- Ципоренко В. В. 1069, 1088, 1257
Ципоренко В. Г. 1088, 1257
Цололо С. А. 771, 896
Цопа А. И. 517
Цуканов А. В. 66
Цурихин А. В. 366
Цыганаш В. Е. 577
Цыганков В. Д. 67, 68, 105, 171, 235, 325,
- Чернявский К. А.** 62
Чекулаева И. В. 46
Чаговец Я. В. 621
Чалая О. В. 1309
Чапланова Е. Б. 801
Часовский В. А. 267
Чаузов А. Н. 429, 474
Чепкасов Ю. И. 92
Чепкунов Р. А. 871
Червоный И. Ф. 430
Чередникова О. Ю. 900
- Черепашук Г. А. 681
Черникова Л. В. 92
Чернихивський Е. М. 223
Чернобородов М. П. 201, 230, 267, 326, 399, 571
Чернобородова Н. П. 267, 326, 399, 571
Черняк О. I. 1388
Чеченя В. С. 839, 1012
Чибирик Я.И. 1208
Чижик Е.В. 721
Чиняев Ю.П. 131, 165
Чирун Л.Б. 1083,1107
Чирун Л.В. 883, 909,
Чопей Р.С. 1145
Чопоров С.В. 772, 816, 872, 891, 973, 1089 1385
Чуб И.А., Чуб I.A. 716, 850, 1090
Чувькин Б.В. 269
Чугай А.М. 400
Чумаченко С.В. 732, 784, 845, 1403, 1512, 1568
Чумаченко В. П., Chumachenko V. P. 379, 414, 452, 476, 501, 520, 533, 588, 661, 665, 720, 747, 829, 895, 968, 969
Чумаченко I.В. 1099, 1268
Чумаченко Я.В. 533, 588, 661, 747, 829, 895, 968, 969
Чуприн А.Е. 5, 114, 145
Чурсанов М.О. 1405
- Шабанов-Кушнарченко С. Ю.** 632
Шалагинова З. И. 163
Шалумов А. С. 35
Шама Є. О. 762, 861, 873, 946
Шамкова И. Н. 136
Шамраев А. А. 581, 660
Шамровский А. Д. 72
Шаповалов В. П. 36, 146, 306
Шарапов В. М. 940
Шаркаді М. М. 1059, 1182, 1272
Шафроненко А. Ю., Shafronenko A. Y. 773, 881,1432, 1470, 1487, 1499, 1535
Шаховська Н. Б. 689, 808, 901, 999,1161
Шацкий В. В. 144
Шацкий Н. В. 144
Швалюк Т. Н. 124, 205
Швачич Г. Г. 947

- Швец Е. Я. 294, 430, 462, 516
 Швець Р. Я. 1080
 Швыдкий В. В., Shvydkyi V. V. 1017, 1279
 Шевелев С. С. 1370
 Шевердін І. В. 1366
 Шевко Д. Г. 253
 Шевцов Д. В. 874
 Шевченко В. Ю. 932
 Шевченко О. Ю. 1512
 Шевченко С. М. 834
 Шейкус А. Р. 1127
 Шекета В. І. 361
 Шелехов І. В., Шелехов И. В., Shelekhov I. V. 915, 1035, 1456, 1507
 Шендрик В. В. 938
 Шергин В. Л. 1019
 Шестопалов С. В. 1269
 Шигимага В. А. 1106
 Шийка А. А. 822
 Шило Г. Н., Шило Г. М. 17, 91, 172, 206, 236, 327, 371, 490, 502, 544, 590, 605, 712, 830, 858, 922
 Шинкаренко В. И. 1258
 Шинкаренко Е. М., Шинкаренко Э. Н. 670, 828
 Шинкарук О. В. 284
 Шитикова Е. В. 852, 948, 1111, 1146
 Шкарупило В. В., Shkarupylo V. V. 717, 853, 974, 1053, 1072, 1280, 1399
 Шкиль А. С., Шкіль О. С., Shkil A. S., Shkil O. S. 650, 1150, 1315, 1512, 1564
 Шкиль Ю. В. 424
 Шкуро К. О. 924,
 Шкуропат О. А. 1345
 Шмалый С. Л. 726, 785
 Шматков С. И., Shmatkov S. I. 700, 1564
 Шмелева Т. Р. 1032, 1189
 Шокало В. М. 517
 Шостак Н. В. 1167
 Шостак Б. А. 385,
 Шостко И. С. 1248
 Шпак З. Я. 737
 Шпаковський О. Ю. 894
 Штангей С. В., Shtangey S. V. 724, 1378
 Штефан Т. О. 316
 Штовба С. Д. 1004
 Шуклин Д. Е. 487
 Шушляпин Е. А. 37, 69, 106, 293, 328, 401, 545
 Шушляпина А. Е. 293
 Щапов П. Ф. 1120
 Щербань О. Г. 362
 Щекотихін О. В., Щекотихин О. В. 763, 890
 Щерба А. А., Shcherba A. A. 918, 1509
 Щерба В. А. 1017
 Щербаков А. М. 479
 Щербаков А. Н. 237, 606,
 Щербань И. В. 363, 432, 546
 Щокін А. В. 137
 Эль-Джейби А. К. 270
 Эль-Хабиб С. А. 975
 Юдачев А. В. 430,
 Юр Т. В. 718, 774
 Юрич М. Ю. 606, 690
 Юрьева С. В. 669
 Юськив О. И. 582
 Ющенко С. С. 547
 Ямпольский Л. С. 52
 Янковская А. Е. 238
 Янковский Б. Е. 238
 Янчевский И. В. 913
 Яременко В. Н. 305
 Яремчук Є. В. 103
 Ярин В. Д. 272
 Ярошенко Р. Ф. 1049
 Ярымбаш Д. С., Yarymbash D. S. 531, 1130, 1239
 Яшин А. А. 111, 158, 169
 Abdiyeva K. 991
 Adzhubey L. T. 1323
 Agalidi Y. S. 1292
 Ahmad J. 207, 295
 Akhmetov B. B. 1147, 1169
 Alabas C. 209
 Aleksic D. R. 332
 Aleynikov V. M. 1156

Alguliyev R. M. 1148
 Aliguliyev R. M. 1148
 Alshaeaa H. Y. 1306
 Amanatidis D. 796
 Androulidakis I. 796
 Appazov E. S. 1354
 Artiukh A. V. 1504, 1259
 Arutyunov S. D. 1337
 Asanov M. M. 1398
 Astashina N. B. 1337
 Avramenko S. E. 1390

Babeniuk G. M. 1372
 Babich A. V. 662, 854,
 Babij T. 296
 Babkov Y. P. 1581
 Bajdarov A. A. 1337
 Balanica S. 174
 Baranetskij Y. O. 1172
 Baranovskiy N. V. 1128
 Barchenko N. L. 1456
 Barsuk R. V. 1296
 Basaraba I. O. 1320
 Bashkatov A. M. 1571
 Batsamut V. M. 1502, 1581
 Bayas M. M. 949
 Beletsky A. Y. 1260
 Ben A. P. 1195, 1293
 Berdnikov O. M. 1261
 Berezsky O. M. 1573
 Bibyk M. V. 1456
 Bieliakov R. O. 1478
 Bilous N. V. 1343, 1518
 Bobyr M. V. 1113
 Boichura M. V. 1374
 Bondarenko O. V. 1531
 Borchik E. Y. 1576
 Borisenko S. A. 1371
 Borysova N. V. 1240
 Bourjij A. 173
 Boutayeb M. 173
 Brychkovskiy O. D. 1574
 Bukaros A. Y. 1222
 Bukaros V. N. 1222
 Bulgakova O. S. 1576
 Burlachenko I. S. 1430

Candik M. 330
 Chelak V. V. 1454
 Cherniavskiy V. V. 1335
 Chervenko S. 365
 Chmelev V. O. 240
 Craus M. 239

Danshyna S. Y. 1336, 1490, 1536
 Davydenko Y. O. 1440, 1553
 Davydov M. V. 1114
 Demianenko V. M. 1314
 Denisenko A. V. 1393
 Diachenko Y. G. 1383
 Dmitrenko V. P. 1282
 Dodukh O. M. 1543
 Doronin V. V., Доронін В. В. 1156, 1209
 Dossis M. 976
 Dostalek L. 1316
 Dosyn D. 1572
 Driuk O. D. 905
 Drokin I. V. 1199
 Drozdovich I. G. 1303, 1413
 Dubna S. M. 1295, 1393
 Dubrovin V. I. 875
 Dudkin K. V. 1435
 Dvoretzka S. V. 1461
 Dvoretzkyi M. L. 1467

Fedorov E. E. 1241, 1543
 Fedotova N. A. 1131,
 Fedotova-Piven I. M. 1286
 Fesenko O. D. 1220, 1478
 Filyashkin M. K. 1281
 Fisun M. T. 1467
 Freyman V. I. 1379, 1437
 Frolov O. V. 1411
 Fursova T. N. 1245

Gavrylenko O. V. 1323
 Gavrylenko V. V. 1451, 1541
 Gnatyuk S. E. 1221
 Gnilenko A. B. 331
 Godlevskiy M. D. 1171
 Goncharenko A. E. 1295
 Goncharenko A. V. 1132
 Gorban A. N. 107, 805
 Gorbenko V. I. 802

- Gordienko Y. G. 1136, 1375
 Gorev V. N. 1193, 1236, 1376, 1397, 1473
 Gorodnichy D. O. 208
 Gorodnov V. P. 1277, 1353, 1455
 Grekov A. V. 1138
 Grigorieva O. A. 1395
 Grosheva O. O. 1276
 Grygor O. O. 1241
 Guda A. I. 1034
 Gulayeva N. M. 1392,
 Guo Q. 1425
 Gurevich V. I. 878
 Gurko V. A. 1337
 Gurskiy A. A. 1295, 1393
 Gusev A. Y. 1193, 1376, 1397, 1473, 1539
 Gybkina N. V. 1412
- H**amburg I. 174, 239
 Harder D. A. 1241
 Havrylko Y. V. 1223
 Havrysh V. I. 1172
 Herasina O. V. 1218
 Hlushko V. N. 1297
 Hnalushenko V. V. 1394
 Hodlevsky S. O. 1502
 Holey D. V. 1261
 Holub S. V. 1401
 Honenko S. V. 1312
 Hordienko Y. O. 1555
 Hrendus M. H. 1173
 Hryshchenko S. M. 1177
 Hryzo A. A. 1560
 Hsu C. 296
 Humeniuk M. O. 1194
 Husiev O. Y. 1218
 Huskova V. H. 1243, 1459
 Illiashenko O. O. 1351
 Initskiy L. Y. 1334, 1545
 Indyk S. V. 1363, 1466
 Irodov V. F. 1296, 1435
 Ivanov I. A. 1005
 Ivanovska O. V., Ивановская О. В. 1462, 1471
 Ivanyk E. G. 1313
 Ivaschenko G. S. 926
 Ivohin E. V. 1541
- K**aidalov D. S. 1192
 Kaliuzhnyi M. M. 1425
 Kaliuznyi N. M. 1324
 Kameyama M. 991
 Kaniuk G. I. 1245
 Karasawa S. 297
 Karayuz I. V. 904
 Karpenko N. V. 1457, 1542
 Kashtan V. Y. 1394, 1577
 Kataieva M. A. 1422
 Kaveiynskyi V. V. 1396
 Kazak V. Y. 1360
 Khabarлак K. S. 1237, 1438
 Khandetskiy V. S. 1457, 1542
 Kharchenko V. S. 1351
 Kharchenko R. Y. 1476
 Kharin A. A., Kharin O. O. 1151, 1279
 Khodakov V. Y. 1196, 1238
 Khodusov V. D. 1360
 Khrashchevskyi R. V. 1453, 1477, 1521
 Khudov H. V. 1586
 Kicnichenko S. D. 1458
 Kildishev V. I. 1261
 Kirichenko A. L. 1371
 Kitov V. S. 1363
 Kleiman L. A. 1379
 Klobukov V. V. 1453
 Kniazieva V. N. 1245
 Kobets V. M. 1410
 Kobitskaya Y. A. 925
 Kodnyanko V. A. 1262, 1318, 1355, 1395, 1439
 Kohashkina L. S. 1390
 Kolesnikov D. V. 1342
 Kolisnyk T. P. 1339
 Kolisnyk M. A. 1351
 Kolodochka D. O. 1578
 Kolodyazhniy V., Колодяжный В. В. 364, 428
 Kolowrocki K. 1006
 Koltsov A. V. 1583
 Kolyasa L. I. 1172
 Komar O. M. 1569
 Korchynskyi V. V. 1261
 Koriashkina L. S. 1224, 1237
 Korniienko V. R. 1575

- Korniienko V. I. 1133, 1218, 1236, 1376, 1397, 1473, 1539
 Korolev P. S. 1005
 Korotyeyeva T. O. 1359
 Kose U. 1464
 Kosovan H. V. 1442
 Kostyria O. O. 1543, 1560, 1586
 Kotlyarov V. V. 1197
 Kotsiuba I. V. 1351
 Kotsur D. V. 1219
 Kotsur M. I. 1130, 1239
 Koval N. V. 1198
 Kovalchuk L. V. 1192
 Kovalchuk O. O. 1478
 Kovalchuk D. M. 1492
 Kovalenko A. S. 1570
 Kovalenko I. I. 1198, 1440
 Kovalevska O. S. 1153
 Kovalevskyy S. V. 1153
 Kovbasistyi A. V. 1178
 Kovtoniuk A. M. 1465
 Kovtun I. V. 1466
 Kozhokhina O. V. 1334, 1545
 Kozlovskiy V. V. 1453
 Kozulia M. M. 1421
 Kozyrenko S. I. 1259
 Kramarenko O. O. 1265
 Krasilenko V. 268
 Krasnobayev V. A. 1492
 Kroyalo P. M. 1442
 Kruk O. O. 1580
 Krylova V. A. 1339
 Kryvinska N. 1415
 Kucherenko Y. I., Кучеренко Е. И. 905, 927, 961, 984
 Kudriachov V. F. 928
 Kulagin D. O. 1466
 Kulak E. N. 1150, 1315
 Kulanina Y. V. 1239
 Kuleshova E. A. 1306
 Kulishova N. Y. 855, 902, 1170, 1452
 Kulygin V. N. 1246
 Kupriyanov V. V. 1357
 Kurchenko O. A. 1223
 Kushnir M. Y. 1442
 Kutsenko O. S. 1570
 Kuzmych V. A. 1375, 1443, 1562
 Kuznetsov E. G. 1131
 Kuznietsova N. V. 1459
 Kwiatkowska-Sarnecka B. 1006
 Kyrylenko V. A. 1353
 Ladanyuk A. P. 1263
 Lamtyugova S. N. 1134, 1154
 Larchenko B. D. 1575
 Larchenko L. V. 1575
 Lavdanskyy A. O. 1279
 Lavrov E. A., Лавров Е. А. 1131, 1208
 Legeza V. P. 1321
 Leoshchenko S. D., Леощенко С. Д. 1168, 1280, 1378, 1387, 1408, 1427, 1444, 1461, 1469
 Levenchuk L. B. 1459
 Levus Y. V. 1450
 Liashchynskyy P. B. 1554, 1573
 Lienkov S. V. 1300
 Lisohorskyi B. A. 1586
 Litvin A. A. 1396
 Litvinov D. O. 1130
 Loboda R. I. 1391
 Loboda V. V. 1555
 Loc H. D. 298
 Losev M. U. 1411
 Lozynska O. V. 1114, 1352
 Lukac M. 991
 Lukashenko A. G. 1241
 Lukashenko V. M. 1241
 Lutska N. M. 1263, 1436, 1556
 Lymariyev I. O. 1199
 Lysechko V. P. 1363, 1466, 1569
 Lysyuk V. V. 1409
 Lytvyn I. R. 1259
 Lytvyn V. A. 1280
 Lytvynenko V. 1033, 1215
 Magluy S. A., Маглюй С. А. 240, 304
 Majstrenko O. V. 1313
 Makarchuk D. V. 1335
 Makeev V. I. 1313
 Malahov N. V. 1315
 Malyshev V. L. 1222
 Malyukov V. P. 1147, 1169
 Mamenko P. P. 1276, 1317
 Mammadli N. O. 1174

- Martsenyuk Y. O. 1178
 Martynenko A. A. 1452
 Mateichuk V. M. 1293, 1317, 1354
 Matiushin I. S. 1285
 Matsiuk S. M. 1133
 Matsuki Y. 1459
 Mayorov P. V. 1337
 Melnyk K. V. 1240, 1297
 Melnyk O. O. 1414
 Melnyk G. M. 1554
 Men'shikov G. G. 299
 Mezeria A. Y. 245
 Mikhalyov A. I. 1034
 Milostnaya N. A. 1113
 Mimikhin S. K. 1200
 Mironenko D. S. 1340
 Mitsa O. V. 1414, 1429
 Montik P. N. 1222
 Moravskyi R. O. 1450
 Morkun N. V. 1092
 Morkun V. S. 1092, 1521
 Morkvin D. A. 1582
 Moroz B. I. 1452
 Moroz D. M. 1479
 Moroz I. P. 1374
 Morozov M. Y. 1450
 Mukhina M. P. 1281
 Mulesa O. Y. 1414, 1429
 Mykhalchuk I. I. 1334, 1545
 Myroniuk T. V. 1286
 Mileiko I. I. 1558
 Miroshnyk A. M. 1564
 Miroshnyk M. A., Miroschnyk M. A. 1150, 1564
 Morkun N. V. 1092
 Morkun V. S. 1092, 1520

 Nahrybelnyi Y. A. 1293, 1377
 Nareznyi O. P. 1543
 Narivs'kiy O. E. 1378
 Nasonova A. M. 1504
 Nastenko A. O. 1192
 Naum O. 1201
 Naumenko Y. O. 1323
 Nebesna Y. E. 1338
 Nechausov A. S. 1336, 1490, 1536
 Nechuiviter O. P. 1358

 Nedilko S. N. 1588
 Neskorodieva T. V. 1380
 Nesterenko O. B. 1443
 Netrebko V. V. 1427
 Nikolaev I. M. 1324
 Nikolaienko B. A., Nikolayenko B. A. 1312, 1566
 Nikolska O. I. 1557
 Nikolsky O. 268
 Nikolsky S. B. 1580
 Nizhehorodtsev V. O. 1520
 Nosov P. S. 1195, 1235, 1276, 1293, 1317, 1335, 1354, 1377, 1410
 Nosova H. V. 1377
 Novikova N. O. 1558

Obydenyi Y. O. 1501
 Olevska Y. B. 1501
 Olevskyi V. I. 1501
 Oliynykov R. V. 1192
 Omelchenko V. V. 1584
 Onyshchenko O. A. 1222
 Ornatskyi D. P. 1422
 Osadchy S. I., Osadchyi S. I. 1547, 1565, 1588
 Ostapiuk Z. V. 1359
 Ostrohliad O. O. 1137
 Otroshchenko M. S. 1507
 Otto P. 70
 Ovchar R. I. 977
 Ovcharenko V. V. 1455

Pakhomov Y. V. 1150
 Palahin V. V. 1534
 Palamarchuk I. V. 1235
 Paliy O. V. 331
 Pandurangaiah Y. 1298
 Panfilov O. G. 1579
 Panin V.V., Панін В. В. 1156, 1209
 Panych A. O. 1409
 Pasko V. P., Pas'ko V. 1176, 1413
 Pavlov S. 268
 Peleshok Y. V. 1312
 Perederyi V. I. 1548
 Peric Z. H. 332
 Pershyna I. I. 1494, 1587
 Petliuk I. V. 1509

- Petrushak V. S. 1525
 Pihnastyi O. M. 1360, 1462
 Pilkevych I. A. 1391, 1510, 1555
 Pitsun O. Y. 1129, 1554
 Piven O. B. 1286
 Polyakova M. V. 1511, 1563, 1578
 Popovych I. S. 1293, 1317, 1335, 1354, 1377, 1410
 Povhan I. F., Povkhan I. F. 1322, 1341, 1361, 1414, 1429, 1500
 Primenko D. V. 1302
 Priykhodko S. B. 1423
 Prokopchuk Y. A. 1335
 Prokopenko V. V. 1313
 Protsenko O. B. 1155
 Prykhodko A. S. 1423
 Prykhodko N. V. 1175, 1242
 Prykhodko S. B. 1175, 1242, 1423, 1482, 1583
 Pshenychnyi K. Y. 1564
 Puchkov O. O. 1338
 Pukhalska H. V. 1444, 1461
 Puleko I. V. 1519
 Pupeikis R. 952
 Pustelnyk P. Y. 1450
 Pylypenko O. T. 1540

Qiang G. 1324, 1425
 Qureshi M. S. 1464

Radzivilov H. D. 1220, 1478
 Rakhlis D. Y., Рахліс Д. Ю. 1315, 1403, 1488, 1512
 Rakova A. O. 1343
 Repilo I. E. 1353
 Reznikova O. V. 877
 Rivepiboon W. 210
 Riznyk V. V. 1400
 Rolik O. I. 1584
 Roma O. M. 1312
 Romanenko V. P. 1220, 1221
 Romanyshyn Y. M. 1093
 Rossiev A. A. 108
 Rozum I. Y. 1221
 Rudakov K. S. 1241
 Rudenskiy A. A. 1556
 Rudnytskyi V. M. 1286

 Rudoman N. V. 1451
 Ruvinskaya V. M. 1585
 Ruzhentsev M. V. 1342
 Rykmas R. 1424
 Ryzhov Y. V. 1221, 1338

 Sabat V. I. 1500
 Sachenko A. O. 1552
 Sadovnykov B. I. 1569
 Safarik J. 1316
 Safarov A. A. 1397
 Safonov M. S. 1195
 Safonova A. F. 1235, 1410
 Sakovich L. N. 1221, 1338
 Saliy A. O. 1555
 Sambir N. B. 1350
 Samborsky E. I. 1566
 Samborsky I. I. 1566
 Samitova V. O. 1052
 Sashchuk I. M. 1194
 Satyanarayana R. 1298
 Savchenko T. V. 1263, 1556
 Savchuk O. V. 1436
 Savenko S. O. 1537
 Savinov V. Y. 1430
 Schunk T. 70
 Semenets V. V. 1425
 Semenov D. S. 1115, 1299
 Semenov S. G. 1454
 Seniv M. M. 1465, 1526
 Sergienko A. S. 1452
 Serhieiev O. S. 1546
 Severin A. I. 1321
 Shabalin O. O. 1259
 Shafronenko Y. O. 881, 1373, 1535
 Shaluto A. A. 979
 Shaptala D. E. 1435
 Shaptala M. V. 1435
 Sharypanov A. V. 1506
 Shcherba A. I. 1151
 Shcherbyna O. A. 1334, 1398, 1545
 Shedlovska Y. I. 1539
 Shendryk V. V. 1503
 Shevlsov O. V. 1192
 Shkvarnytska T. Y. 1422
 Sholokhov S. M. 1566
 Shpylka A. A. 1197

- Shulko I. S. 1423
 Shved A. V. 1198, 1283, 1440, 1485, 1553
 Shyshak A. V. 1436
 Shyshatskyi A. V. 1220
 Siden S. V. 1582
 Sikora L. S. 1500
 Silnikov D. E. 1200
 Silnikov V. S. 1179
 Skobtsov V. Y. 979
 Skornyakova A. Y. 1383
 Slepchenkov Y. A. 1383
 Sobkolov A. D. 1342
 Sobol M. O. 1462
 Sokolov A. 365
 Sokolov A. V. 1284, 1301
 Sokolov A. Y. 1196, 1238
 Soldatova M. A., Soldatova M. O. 1303, 1413, 1527
 Solomentsev O. V. 1398
 Soszycka-Budny J. 1006
 Spevakov A. G. 1285, 1302
 Spevakova S. V. 1285, 1302
 Stanina O. D. 1224
 Starenkiy V. P. 1504
 Stirenko S. G. 1136, 1375
 Strielkina A. E. 1351
 Strilets V. Y. 1504
 Strok L. V. 1395
 Sulema O. 1294
 Sulema Y. 1305, 1496
 Sviridova A. S. 1421
 Sydoruk Y. K., Сидорук Ю. К. 907, 917
 Symets I. I. 1350
 Sytnykova I. V. 1134, 1154

 Taif M. A. 1033
 Talakh M. V. 1401
 Tanygin M. O. 1306
 Taran I. O. 1137
 Tereshchenko A. I. 1223, 1326
 Tereshchenko V. M. 1219
 Tevyashev A. D. 1452
 Timoshenko A. S. 1565
 Titov S. D. 1528
 Tkachenko V. P. 1170
 Tohoiev O. R. 1430
 Tokar A. M. 1391

 Tolok I. V. 1300
 Tomashevskyy B. P. 950
 Topal M. S. 1342
 Trofymchuk O. M., Трофимчук О. М. 876, 1249
 Trokhimchuk S. N., Трохимчук С. Н. 927, 1050
 Tron V. V. 1092
 Trushliakov E. I. 1528
 Tsaturian O. G. 1220
 Tserne E. O. 1342
 Tumilo-Denisovich E. V. 333
 Turchyn L. Y. 1178
 Turkbey O. 209
 Turkin I. B. 1401
 Turovskiy A. O. 907
 Turpak S. M. 1137
 Tverdenko A. V. 1282
 Tverytnykova E. E. 1339
 Tvoroshenko I. S. 1265
 Tymoshchuk O. L. 1243
 Tyurin S. E. 1138

 Udovyyk I. M. 1133
 Ugryumov M. L. 1504
 Ugryumova K. M. 1504
 Uhiynovskyi B. V. 1431
 Ukhina A. V. 1179
 Us S. A. 1224
 Utkina T. Y. 1241

 Vakaliuk T. A. 1391, 1483, 1510, 1519, 1547, 1555
 Vakarchuk A. B. 1460
 Vakula P. V. 854
 Val' O. D. 977
 Vasylchenko V. V. 1220
 Vasylchenkov O. G. 1339
 Vasylenko S. V. 1312
 Vasyutin E. V. 662
 Vatanawood W. 210
 Velychko V. Y. 1396
 Velykodnyi D. V. 1155
 Veselovskaya G. V. 1196, 1238
 Vishnevskiy V. V. 1506
 Vlasenko D. S. 1342,
 Vlasenko L. O. 1436, 1556

Volosyuk V. K. 1342
Voytyuk I. F. 1190
Vyshemyrska S. 1215

Wunsch I. D. C. 108

Yakovyna V. S. 1431, 1465
Yankovich E. P. 1128
Yaremko S. A. 1392
Yarymbash S. T. 1130, 1239
Yatsenko O. A. 1505
Yehorov S. V. 1422
Yelmanova E. S. 1093
Yen K. K. 296
Yerokhin M. A. 1538
Yukhimchuk M. S. 1216
Yunda V. A. 1509
Yuzhakov A. A. 1337

Zaharia M. H. 239
Zaichenko N. Y. 1447
Zaichenko O. B. 1447
Zaiets N. A. 1436, 1556
Zaliskyi M. Y. 1398, 1477, 1545
Zaretsky M. O. 1213, 1409, 1474
Zelenskyi R. O. 1504
Zhadnov V. V. 1005, 1246
Zhdanov O. N. 1284
Zheldak T. A. 1390
Zheng Y. 1324, 1425
Zhengbing H. 1052
Zhuchenko O. S. 1569
Zhuravsky Y. V. 1194
Zhyla S. S. 1342
Zimovets V. I. 1155
Zinchenko S. M. 1276, 1293, 1317, 1335,
1354, 1377, 1410
Zinovatna S. L. 1523
Zosimov V. V. 1548
Zotov A. N. 1246
Zozulya V. A. 1565, 1588