

Міністерство освіти і науки України,
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова,
Українська технологічна академія,
Білоруський державний університет інформатики і радіоелектроніки,
Національний технічний університет України «КПІ імені Сікорського»,
Вінницький національний технічний університет,
Міжнародне відділення Інституту інженерів по електротехніці і радіоелектроніці IEEE

XX ЮВІЛЕЙНА

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

"ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ" (ВОТТП-2020)

26 – 29 червня 2020

Одеса 2020

Склад організаційно-програмного комітету МНТК ВОТТП 19-2019

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

П.П. Воробієнко, - професор, д.т.н., член-кор. НАПН України, ректор ОНАЗ ім.О.С. Попова –*голова оргкомітету*;

Є.В. Васіліу - професор, д.т.н. лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки – *заступник голови оргкомітету*;

Члени оргкомітету:

Т.В. Борботько (Білорусія, Мінськ);
Бубулис Алгимантас, (Литва);
Вільям Кей Джі (Республіка Корея)
Натріашвілі Тамаз Мамісвич, (Грузія)
М.Н. Гладков (National Instruments)
В.Б. Дудикевич (Україна, Львів)
Т.А. Цалієв (Україна, Одеса)
Е.О. Сукачов (Україна, Одеса)
М.П. Дивак (Україна, Тернопіль)
Жултовський Богдан, (Польща)
В.Г. Здоренко (Україна, Київ)
С.М. Злепко (Україна, Вінниця)
В.Г. Каплун (Україна, Хмельницький)
В.А. Каптур (Україна, Одеса)
В.М. Кичак (Україна, Вінниця)
В.Т. Кондратов (Україна, Київ)
Є.В.Коробко (Білорусія)
І.В. Кузьмін (Україна, Вінниця)
Я.І. Лепіх (Україна, Одеса)
А.О. Мельник (Україна, Львів)
С.В. Павлов (Україна, Вінниця)

О.М. Петренко (Англія, Лоднон)
С.К.Підченко (Україна, Хмельницький)
Попов Валентин, (Німеччина);
О.П. Пунченко (Україна, Одеса)
В.П. Ройзман (Україна, Хмельницький)
О.Н. Романюк (Україна, Вінниця)
В.В. Романюк (Україна, Хмельницький)
О.П. Ротштейн (Ізраїль, Єрусалим)
В.П. Тарасенко (Україна, Київ)
А.В.Толбатов (Україна, Суми)
Ю.М. Туз (Україна, Київ)
В.В.Себко (Україна, Харків)
М.М. Сурду (Україна, Київ)
П.М. Сопрунюк (Україна, Львів)
О.П. Стахов (Канада)
Й.І. Стенцель (Україна, Северодонецьк)
В.Ю. Цветков (Білорусія, Мінськ);
О.Б. Шарпан (Україна, Київ);
К.Л. Шевченко (Україна, Київ).
Мансуров Тофік Магомедович, (Азербайджан)

ЛОКАЛЬНИЙ ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Сідень С.В., н.с. НДЦ ТКС та МЗ, відповідальний за наукову роботу в ННІ КБК і РТ;

Пилявський В.В., с.н.с. НДЦ ТКС та МЗ,

Члени локального організаційного комітету:

Гофайзен О.В., д.т.н., проф., завідувач кафедри телебачення та радіомовлення;

Захарченко М.В., д.т.н., проф. кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації;

Вакарчук А.О., к.т.н., заступник директора навчально-наукового інституту кібербезпеки, комп'ютерних і радіо технологій;

Стайкуца С.В., к.т.н., доц. кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації;

Кільдішев В.Й., к.т.н., доц. кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації;

Севаст'єв С.О., ст. викл. кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації.

Буюклі Ю.Б., директор бази відпочинку «Електрон».

Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали дев'ятнадцятої міжнародної науково-технічної конференції (м. Одеса, 26-29 червня 2020 р., м. Одеса), Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 150 с.

ISBN 966-978-

У збірнику опубліковані матеріали українських та зарубіжних авторів, які висвітлюють проблеми та аспекти використання вимірювальної та обчислювальної техніки в різних галузях економіки та технологічних процесах. УДК 681.2+004

ЗМІСТ

№	ПІБ, НАЗВА ТЕЗ ДПОВІДЕЙ	СТР.
ОПТИЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ		
1	PAVLO ANIKIN, GALINA SHILO, RUSLAN KULYKOVSKYI, DENIS MOLOCHKOV WIRE + ARC ADDITIVE MANUFACTURING AUTOMATION CONTROL SYSTEM ARCHITECTURE	7
2	MELESHCHUK D.V. INFLUENCE OF RADIAL DISPLACEMENTS IN THE ELECTROLYTIC CELL WITH A REMOVABLE PART ON THE ACCURACY OF MEASUREMENTS	10
3	OLENA AKSIMENTYEVA, BOHDAN TSIZH, YULIIA HORBENKO, ANASTASIA STEPURA OPTICAL GAS SENSORS BASED ON POLYAMINOARENES FOR DETECTION OF THE ORGANIC SOLVENT VAPORS	12
4	VALERY F. TIMKOV, SERG V. TIMKOV, VLADIMIR A. ZHUKOV, KONSTANTIN E. AFANASIEV QUANTIZATION OF THE GRAVITATIONAL FIELD	14
5	БЕРМАН В.П., КРИЛЬ С.И., ФАДЕИЧЕВ В.В. НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ ИЗУЧЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХФАЗНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПОТОКОВ В ТРУБОПРОВОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДИФУЗИОННОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ	16
6	МОРАВСЬКИЙ В.С, КУЧЕРЕНКО А.М., МАНЬКЕВИЧ С.О. РЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ	19
7	О.Б. ШАНДИБА, А.В.ТОЛБАТОВ, Г.А. СМОЛЯРОВ, О.В.СЕМЕРНЯ ЕФЕКТИВНІСТЬ ТОНКОШАРОВОГО СЕКЦІОНУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПРОСТОРУ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ	20
8	ОНУФРИЕНКО В.М., СНИЖКО Н.В. АНТОНЕНКО Н.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕМКОСТИ ФРАКТАЛЬНО ПРОВОДЯЩЕГО ПОЛУПРОВОДНИКА В ДИАПАЗОНЕ НИЗКИХ И ВЫСОКИХ ЧАСТОТ	23
9	ОНУФРІЄНКО В.М., СЛЮСАРОВА Т.І., ОНУФРІЄНКО Л.М., ШАМА Є.О. ВПЛИВ ФРАКТАЛЬНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ НА ЧАСТОТНУ ЗАЛЕЖНІСТЬ ВИМІРЮВАНОЇ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ	25
10	ПИЛЯВСЬКИЙ В.В. АЛГОРИТМ АДАПТИВНОЇ КОРЕКЦІЯ СИГНАЛІВ ОПТИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ	28
11	ШАПАР В.М., ЛИСЕНКО В.С.,САВЧУК А.В. ОДНОКАНАЛЬНИЙ БАГАТОМОДОВИЙ ОПТИЧНИЙ ОБЕРТОВИЙ З'ЄДНУВАЧ	30
12	ШИНКАРЕНКО О.В., БЕКЕТОВ Г.В. КУТОВІ ВІДГУКИ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ ПРИ ЗБУДЖЕННІ В КОНФІГУРАЦІЇ ПРИЗМИ КРЕЧМАНА	33
13	ШМАТЬКО О.О., ОДАРЕНКО Є.М., ВЕРТІЙ О.О. ЗАСТОСУВАННЯ АНІЗОТРОПНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ МАТЕРІАЛІВ І РІДИ	35
14	ГОФАЙЗЕН О.В., КІЙКО С.М. ДВОВИМІРНА ПРОСТОРОВА ІМПУЛЬСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТИВА ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ КАМЕРИ, ЩО ЇЇ ВИЗНАЧАЮТЬ З УРАХУВАННЯМ ГЛИБИННОЇ КООРДИНАТИ ОБ'ЄМНОЇ СЦЕНИ	37
ЕЛЕКТРИЧНІ ТА РАДІОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ		
1	SAIKO VOLODYMYR, NARYTNIK TEODOR, VALERIY HLADKYKH, SYVKOVA NATALIIA METHOD OF DETERMINING A COMPLEX ENVIRONMENTAL TOTAL SIGNAL FROM SPATIALLY SPATED TRANSMITTERS	39
2	ВОЛОВИК АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТОХАСТИЧНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ВІДНОВНИКІВ	42

3	ЗІНЕНКО І. І., П'ЯНКОВ В. П. АНАЛІЗ Е-ПЛОЩИННОГО З'ЄДНАННЯ ШЕСТИ ХВИЛЕВОДІВ З КРУГОВОЮ ПРОВІДНОЮ ВСТАВКОЮ	45
4	ІВАЩЕНКО П. В. СЛІПА СИНХРОНІЗАЦІЯ ДЕМОДУЛЯТОРІВ СИГНАЛІВ БЛОКОВОГО ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО КОДУВАННЯ	48
5	МАЙБОРОДА Д.В., ПОГАРСКИЙ С.А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ДАЛЬНЕЙ ЗОНЕ	50
6	МАНЬКО О. О., КУНАХ Н. І., ХАРЛАЙ Л.О., КОНОВАЛОВ О.Ю., СОТНІЧЕНКО Ю.О., СКУБАК О.М. МЕТОД ВИМІРЮВАНЬ ФЛУКТУАЦІЙ ЧАСТОТИ В СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ	52
7	МЕТОД ВИМІРЮВАНЬ ДРЕЙФУ ЧАСТОТИ В ГЕНЕРАТОРАХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ МАНЬКО О. О., КУНАХ Н. І., ХАРЛАЙ Л.О., КОНОВАЛОВ О.Ю., СОТНІЧЕНКО Ю.О., НІКІФОРЕНКО К.Б.	54
8	МЕЛЬНИЧУК В.М., ПОЛІКАРОВСЬКИХ О.І. ОПТИМАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ МІКРОСХЕМ FPGA У СИНТЕЗАТОРАХ DDS ЗА МЕТОДОМ CORDIC	56
9	ПРОСКУРИН Н.П. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УВЧ ДИАПАЗОНА	57
10	ОСАДЧУК О.В., ОСАДЧУК В.С., ОСАДЧУК Я.О., ПАСТУШЕНКО Г.О. РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПАРАМЕТРИЧНИЙ СЕНСОР ГАЗУ НА ОСНОВІ ДВОКОЛЕКТОРНОГО МАГНІТОЧУТЛИВОГО ТРАНЗИСТОР	60
11	СІДЕНЬ С.В. АНАЛІЗ БОКОВОГО ТА ЗАДНЬОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ АНТЕН ЗА МЕЖАМИ РОБОЧОЇ СМУГИ ЧАСТОТ	63
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ		
1	SIDEN S.V., MAKOVEENKO D.O., PYLIAVSKYI V.V. ANALYSIS OF LTE-A NETWORK THROUGHPUT TAKING INTO ACCOUNT THE SPATIAL LOCATION OF MOBILE STATIONS	64
2	MAKOVEENKO D.O., SIDEN S.V. SIMULATION OF RADIO COVERAGE IN 5G MOBILE NETWORKS FOR URBAN ENVIRONMENT	67
3	ПИЛЯВСЬКИЙ В.В., ПАТЛАСНКО М.О., ТАРАН А.П. СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ LORAWAN	69
4	OLENA OSHAROVSKA, VALENTINA SOLODKA MEDIA CONTENT PROTECTION BY 3D MESH WATERMARKING TECHNIQUE	71
5	А.Г. ЛОЖКОВСЬКИЙ, В.А. ТУРЧИН, В.С. АНДРІЯКА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ САМОПОДІБНОГО ТРАФІКА ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ	73
6	БАЛЄЄВ І.С., ОДЕГОВ М.А., ЮР'ЄВА О.В. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЧАСТОТНОГО ПЛАНУ РІВНИХ КАНАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ	75
7	БАРАНІК В.В., КУЛІЦА О.С., БАРАНІК В.В., МРУЦЬ М.С. УПРАВЛІННЯ ІНТЕНСИВНІСТЮ ВІДЕОТРАФІКУ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	77
8	БАРАНІК В.В., ХАХАНОВА А.В., СТЕЦЕНКО О.М., ЧУЯНОВ К.В., ФУСТИЙ В.С. КОДУВАННЯ В СИСТЕМАХ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЗВ'ЯЗКУ	79

9	ТИХОНОВ В. І., ТИХОНОВА О.В., ЯВОРСЬКА О. М. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРО МАКСИМАЛЬНИЙ ПОТІК НА ДВОПОЛЮСНОМУ ВІДКРИТОМУ ВІЛЬНО-ОРІЄНТОВАНОМУ ГРАФІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ	81
10	БЫКОВ Р. Г. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЕКТОРОВ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ КАМ-16	83
11	ГОРБУК Р. С., ІВАЩЕНКО П.В. ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОЧАСТОТНИХ ТА БАГАТОЧАСТОТНИХ РАДІОСИСТЕМ ПЕРЕДАВАННЯ	86
12	ГУЛЬКО І. І., ГНАТУШЕНКО В. В. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ СЕРВІСІВ ХМАРНИХ РОЗРАХУНК	87
13	ДУТКА П.І., ГАРМАТЮК А.С. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ З АУДІОКОНТЕНТОМ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПРОГРАМ РАДІОМОВЛЕННЯ	88
14	ІВАЩЕНКО П.В., КУДРЯШОВ А.С. АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ МЕРЕЖ НОВИХ ПОКОЛІНЬ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	90
15	ОДАРЧЕНКО Р.С., ФЕСЕНКО А.О., ГНАТЮК В.О., ГРИГОРЕНКО Д.К. МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ QOE ТА QOS ДЛЯ НОВИХ ВИПАДКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 5G	92
16	ОКСІЮК О.Г., БАБЕНКО Ю.М., ЖУЙКОВ Д.Б. КОДУВАННЯ ЗНАЧУЩОЇ КООРДИНАТНО-ЯСКРАВИСНОЇ СКЛАДОВОЇ ВІДЕОЗНІМКУ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	95
17	ПУГАЧЕНКО А.І., ІВАЩЕНКО П.В. СУЧАСНИЙ СТАН РАДІОРЕЛЕЙНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАВАННЯ	97
18	БІЛЬСЬКИЙ Б.М., ІВАЩЕНКО П.В. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VSAT	98
19	ІВАЩЕНКО П.В., НОВИЦЬКИЙ Р.О. ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ФІЛЬТРОВАНИХ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ	100
СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ		
1	БАРАНІК В.В., БЕЛІКОВА Т.В., ОЛІЙНИК Ю. О. МЕТОДИ ВІЯВЛЕННЯ ДЕСТРУКТИВНО ІНФОРМАЦІЙНОПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ НА ПІДСВІДОМІСТЬ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	101
2	ХИЖНЯК А. О., ОКСІЮК О.Г. ПІДХІД ДО ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ НА ПРИКЛАДІ ВЗАЄМОДІЇ ДЕРЖАВНИХ РЕЄСТРІВ	103
3	ТЮХ О.В., ГНАТУШЕНКО В.В. ПОБУДОВА ЗАХИЩЕНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ VPN	105
4	R. SKURATOVSKIИ, V. SAVCHENKO, A. WILLIAMS, V. OSADHYY TIMER COMPRESSION OF DATE	107
5	R. SKURATOVSKIИ, A. WILLIAMS, V. OSADHYY AN APPLICATION OF MINIMAL GENERATING SETS OF COMMUTATOR SUBGROUPS OF SYLLOW P-SUBGROUPS AND MILLER-MORENO GROUPS TO KEY ESTABLISHMENT PROTOCOL	110
6	ЧЕВАРДІН В.С., МАЗУЛЕВСЬКИЙ О.Є., ПОНОМАРЬОВ О.А. АНАЛІЗ СТРУКТУР КІБЕРВІЙСЬК ДЕРЖАВ СВІТУ	113

7	БАРАННИК Д.В., БАРАННИК Н.В., ХИМЕНКО В.В., ТВЕРДОХЛЕБ В.В., ЗГОДНИК В.С. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ В ЗАКРИТИХ КАНАЛАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	115
8	R. SKURATOVSKI, V. SAVCHENKO, A. WILLIAMS, V. OSADHYY THE ORDER OF EDWARDS AND MONTGOMERY CURVES	117
ОБМІН ДОСВІДОМ ТА ТЕХНОЛОГІЯМИ		
1	KONOVALOV S.M., YEGOSHYN A.A., VORONOV S.M. NEURAL NETWORK APPLICATION FOR CALCULATING THE SERVICEABILITY OF SHIPBOARD COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS	119
2	ВОРОНОЙ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ, КУЛЯК АНДРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО СПІЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДРОНОМ	122
3	ВЕДЕНЄВ ЄВГЕНІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БІОТКАНИН	125
4	ДУХНОВСЬКА К.К., ЛЕЩЕНКО О.О, КОВТУН О.І. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНОЇ МЕРЕЖІ	127
5	ТУПИЦИН Н.Ф., ПАНТЕЕВ Р.Л., СТЕПАНЕНКО І.А. ИССЛЕДОВАНИЕ НА МИНИМУМ РИСКОВ ЗАКАЗЧИКА И ИЗГОТОВИТЕЛЯ	129
6	МАЛИК Д.А., ГНАТУШЕНКО В.В. РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ СТАНУ СЕРВЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ	132
7	МОРОЗОВ Б.Д., ГНАТУШЕНКО В.В. РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМОВОРКУ REACT	133
8	ОЛЕЙНИК О.Ю. ПРОГРАМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕР БЛИЗОСТИ	134
9	СТЕПАНЮК О.О., БОГОМОЛОВ М.Ф., ТРОЦ А.А. ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИЙ ТВЕРДОЕЛЕКТРОЛІТНИЙ ГЕНЕРАТОР КИСНЮ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	135
10	ЗОРІН Б.С., БОГОМОЛОВ М.Ф., ТРОЦ А.А. ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ НА ВОДІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МІКРОЕЛЕКТРОНІЦІ	137
11	ЯКОВИНА В.С., УГРИНОВСЬКИЙ Б.В. МОДЕЛЬ СТАРІННЯ ТА ОМОЛОДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ANDROID	139
12	ЯНКОВСЬКИЙ Д.Ю., ГНАТУШЕНКО В.В. РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ AMAZON WEB SERVICES	141
13	ВЫШИНСКИЙ В.А. БУДУЩИЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ТРЕБУЮТ НЕ ЧИСЛОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	142
14	БОГОМОЛОВ М.Ф., ТРОЦ А.А. БІОМЕДИЧНИЙ ДОЗАТОР НА ОСНОВІ НАСОСУ ІЗ ЗДВОСНИМ ПОРШНЕМ ПОСТІЙНОЇ ДІЇ	144
15	ЛЕБЕДЄВ В.О., ХАЛІМОВСЬКИЙ О.М., ШИШКА Д.В. ШВИДКОДІЮЧИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНІЗМУ КОЛИВАНЬ ВИРОБУ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ	146
16	ЛЕБЕДЄВ В.О., ХАЛІМОВСЬКИЙ О.М., ДУБОВЧУК В.В. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ДОЗОВАНОЇ ІМПУЛЬСНОЇ ПОДАЧІ ЕЛЕКТРОДНОГО ДРОТУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ	148

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УВЧ ДИАПАЗОНА

Н.П. ПРОСКУРИН, к.т.н., доцент каф. КСМ,
доцент, Национальный университет
«Запорожская политехника» (НУЗП, NUZP)
E-mail: nickolay@zp.edu.ua

Аннотация. Приведен обзор подходов, архитектуры, конструкций параллельных оптических аналого-цифровых преобразователей (АЦП: прямое преобразование типа интенсивность излучения - двоичный код). Проведен анализ, предложены конструктивно-технологические решения (КТР) по улучшению их основных характеристик: введение свойств адаптивности и нескольких режимов измерения, расширение диапазона и увеличение точности измерений, повышение быстродействия АЦП.

Ключевые слова: оптический АЦП, яркость, интенсивность, фотоприемник, УВЧ диапазон, код 8-4-2-1

1. ВСТУПЛЕНИЕ

Современная вычислительная техника (ВТ), компьютерные системы (КС), сети и телекоммуникационные и информационные технологии (ИТ), др. оперируют форматами данных, в основе которых лежит двоичная (основа $q_2 = 2$) системы счисления (ССч.) или родственные с ней ($q_8 = 8 = 2^3$, $q_{16} = 16 = 2^4$) и их комбинации или модификации (например, бинарно-кодируемая десятичная ССч., др.). Но окружающая среда (ОС) имеет в большинстве аналоговые значения (АЗ) параметров (давление, температура, интенсивность/яркость оптического или радиационного излучения, др.). Применение цифровых устройств, смартфонов, персональных компьютеров (ПК), встроенных компьютерных систем (КС), микроконтроллеров (МК), в разных типах устройств, в т. ч. в информационных технологиях (ИТ) типа IoT (Internet of Things), др., нуждается в качественном взаимодействии их с АЗ параметров ОС, которые могут обеспечить аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Среди многих их типов выделяют параллельные АЦП (в т. ч. - оптические), использующие принципы непосредственного преобразования измеряемой величины АЗ в цифровой код (типа 8-4-2-1, др.), которые занимают отдельную ветвь (нишу) среди иерархии АЦП разных типов, являясь самыми быстродействующими среди них.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проведем анализ оригинальных КТР для оптических АЦП такого типа. Известный способ измерения интенсивности $I_{вх}$ оптического излучения [1] - рис.1, основанный на использовании световода 1, который состоит из n отрезков световодов ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) разной длины L со значением ослабления $\beta = 1/L \cdot 10 \cdot \lg(I_{вх}/I_{вых})$ интенсивности I_i на отрезке i -го световода длиной L , в конце каждого из которых установлены светочувствительные элементы 3 ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$), которые срабатывают при

интенсивности света $I_i \geq I_x$. Когда наступает условие, что $I_i < I_x$, светочувствительные элементы 3 ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$), следующих отрезков световодов не будут возбуждаться. Количество возбуждающих элементов 4 ($4_1, 4_2, \dots, 4_n$), прямо пропорционально входной интенсивности $I_{вх}$ оптического сигнала. Недостатками способа являются: - использование больших количеств n отрезков световодов (десятки, сотни, т. д.) разной длины L_i при измерении большой интенсивности $I_{вх}$ с повышенной точностью; -отсутствие свойства адаптивности при увеличенных значениях входной интенсивности света $I_{вх}$ более, чем выбранный диапазон измерения (при определенном количестве n отрезков световодов); - значения измерения не являются кодом 8-4-2-1, т. к. они формируются при значении ослабления $\beta=10$ (десятичная ССч.) или логарифмической зависимостью L_i длин n отрезков световодов; - отсутствуют блоки управления процессом измерения, хранения данных и связи между ними.

Оригинальным КТР параллельного оптического АЦП является устройство [2] - рис.2, которое содержит: непрозрачный корпус (1) с блоком соответствующих светофильтров (2), микролинзу объектива (3), которая закреплена в непрозрачном пересечении (4), последовательно расположенные (по оси к микролинзе объектива) полупрозрачные микрозеркала (ПМЗ) ($5_1 - 5_n$) под соответствующим к оси углом по числу разрядов в коде и ФП ($6_1 - 6_n$), что оптически соединены со своими ПМЗ, импульсные усилители ($7_1 - 7_n$) по числу ФП, последовательно соединенный регистр (8) с числом разрядов по числу импульсных усилителей (7), дешифратор (ДШ) (9), блок индикации (10) и последовательно соединенные генератор тактовых импульсов (11), делитель частоты (12) и логический элемент 2И (13). Принцип его действия заключается в том, что каждое расположено ПМЗ (5) пропускает на следующее за ним поток излучения, ослабленный в два раза (способ генерации двоичного кода вида 8-4-2-1). В ПМЗ применяется светоразделяющее покрытие, которое обеспечивает отношение отраженного излучения в ФП (6) к пропущенному как 1:0,5 (или 2:1). Входное излучение входит в непрозрачный корпус (1), проходит светофильтры (2), собирается микролинзой (3), которая закреплена пересечением (4) и направляется на центры n ПМЗ ($5_1 - 5_n$). Поток излучения проходит сквозь них, которые набрано столько, чтобы после нижнего ПМЗ (5_n) излучения не было, то есть их число должно отвечать наибольшей величине измеряемой интенсивности (яркости) Ризл.. Результатом измерения является

многозарядный двоичный код с одних "1" (код Джонсона), потому что каждое ПМЗ ослабляет поток вдвое и т. д.. Отраженное каждым ПМЗ (5) излучение поступает в свой ФП (6), электрический сигнал из которого приходит в свой импульсный усилитель (7), где усиливается до необходимой величины, формируется по продолжительности, амплитуде и направляется в свой разряд регистра (8). Число разрядов n в регистре (8) отвечает числу ПМЗ (5). Старшим разрядом является сигнал "1" от первого импульсного усилителя (7_1), младшим разрядом является сигнал "1" от последнего импульсного усилителя (7_n). Сигналы от импульсных усилителей ($7_1 - 7_n$) приходят параллельно и синхронно в разряды регистра. Частота выдачи F результатов измерений устанавливается измерителем в делителе частоты, из выхода которого сигналы приходят на первый вход элемента 2И (13), на второй вход которого приходит сигнал из выхода импульсного усилителя (7), а выходной сигнал $U_{вых.}$ от элемента 2И (13) выдает код из регистра (8) в ДШ (9) и в устройство регистрации накопленных результатов измерений. В ДШ (9) код дешифрируется и приходит в блок индикации (10), которая освещает результат измерения в десятичном (или др.) коде. Процесс АЦП определяется срабатыванием ФП и составляет $t_{ФП} \leq 10^{-6}c$.

Недостатками АЦП по рис.2 являются:

- АЦП не имеет свойств адаптивности (подстраиваемости) под интенсивность (яркость) входного излучения Ризл. при интенсивности большей, чем диапазон АЦП $N = 2^n - 1$ для n -разрядного регистра;
- невысокая точность и значительная абсолютная погрешность Δ измерения АЦП: возникает существенная неопределенность при срабатывании 1, 2 ... i -го ФП из n , но не срабатывании $i + 1$, если некоторая часть излучения войдет в $i + 1$ ФП, но не приведет к его срабатыванию. При этом максимальное значение погрешности может быть оценено выражением $\Delta \leq (2^{i+1})$, то есть представляет значение равное весу старшего разряда кода Джонсона для измеренного значения Ризл., а особенностью этого кода является то, что вес его старшего разряда задает количество всех единиц "1", в т.ч. и младших разрядов;
- использованы ВЧ ФП без встроенного усиления, что увеличивает количество каскадов схемы;
- отсутствуют: микроконтроллер (МК) управления электронной части АЦП (со встроенными в него генератором импульсов - ГИ), счетчиками, внутренними блоками памяти, др.); схемы долговременной внешней памяти (хранение результатов измерений: предыдущих, текущих, др., их группировки в блоки данных), шины связи (взаимодействия) между ними.

Эскиз предложенного автором параллельного оптического АЦП "яркость излучение-код" адаптивного типа приведен на рис.3, а на КТР по заявке на изобретение им получен патент [3], часть описания которого приведена ниже. Параллельный оптический АЦП имеет непрозрачный корпус (1) из двух частей, в первой части которого расположен блок светофильтров (2), во второй части - входная микролинза /объектив (3), которая содержит

управляемую диафрагму (4) с исполнительным устройством - ИУ (ВП 5) перед микролинзой (3), которая пропускает входное излучение Ризл. через группу из 1, 2... i ... n ПМЗ (6), которые последовательно расположены ниже микролинзы (3) под соответствующим к ней углом, каждое из которых 50% яркости входного излучения Ризл. пропускает сквозь себя, а другие 50% отражает на 1, 2... i ... n ИФУ (7) УВЧ диапазона, каждый выход которых соединен с соответствующим входом синхронного первого регистра $Rg1$ (8), выходные 1, 2... n разрядов которого связаны с 1, 2... n выходами дешифратора - ДШ (9), его выходы связаны с МК (10), который через универсальную шину (УШ 12) связан с внешним ОЗП (11) и со вторым регистром $Rg2$ (13), который выдает цифровой код результата на блок индикации - БИ (14) и на внешний цифровой выход (15) параллельного оптического АЦП; связь, пересылка команд и данных, синхронизация между всеми устройствами АЦП- ИУ (5), $Rg1$ (8), $Rg2$ (13), ДШ (9), ОЗУ (11) - осуществляется по УШ (12) под управлением МК (10) в синхронном режиме работы (встроенные ГИ, Сч., др.).

Дополнительные признаки, введенные автором в запатентованное КТР по рис.3 [3], несколько режимов измерения (имеют статус know how и не могут быть раскрыты в полном объеме, т. к. входят в патентные формулы и защищены ими на сроки их действия) при взаимодействии с существующими, позволяют достичь нового технического результата и решить поставленную задачу развития потенциала оригинального КТР оптического АЦП [2], рис.2. Предложенное устройство имеет новые качественные и количественные показатели измерения и обеспечивает: расширение диапазона измерения до значений $N = 2^{n+k} - 1$ (в k раз больше диапазона АЦП по рис.2), повышение точности до значения младшего разряда цифрового кода и снижение значения абсолютной погрешности измерения на несколько двоичных порядков, существенный рост быстродействия (примерно до средней части УВЧ диапазона). Параллельный оптический АЦП [3] имеет свойство адаптивности (подстройки) под интенсивность (яркость) входного излучения Ризл., что дает возможность использовать несколько режимов измерения. Повышение быстродействия параллельного оптического АЦП по рис.3 обеспечивают: ИФУ УВЧ диапазона, малоразрядный МК (10) УВЧ диапазона, динамический тип записи данных (по фронтам синхроимпульсов) в регистры $Rg.1$ (8), $Rg.2$ (13), ОЗП (11), МК (10), а шина УШ (12) выполнена по типу PCI express с частотой до нескольких ГГц.

Обобщение указанных подходов, методик повышения качественных и количественных характеристик АЦП нашли свое отражение в следующем патенте "Способ прямого параллельного оптического аналого-цифрового преобразования "интенсивность излучения - код" с функцией адаптивности и повышенной точностью измерений" [4], в котором автор зафиксировал их в виде целостного концепта.

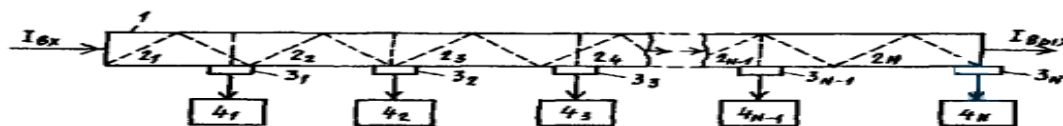


Рисунок 1 - Блок-схема параллельного оптического АЦП по способу а. с. 1484050 SU, МКИ G01 J 1/42 (патент UA 14466 от 25.04.1997 - перерегистрированное а. с. СССР 1484050) [1]

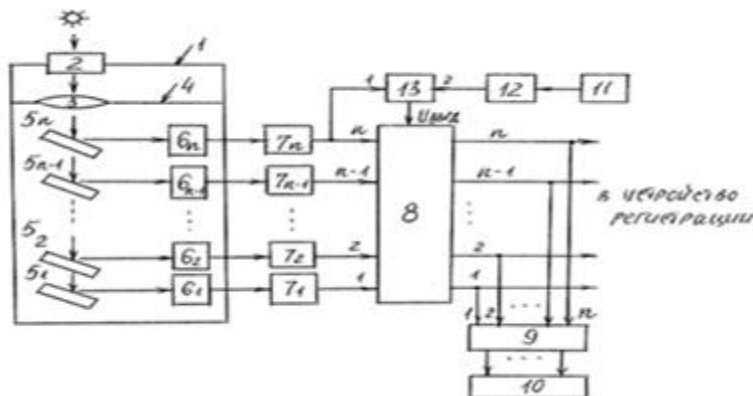


Рисунок 2 - Блок-схема параллельного АЦП, патент №2419116 (RU), МПК G02A7/00 [2]

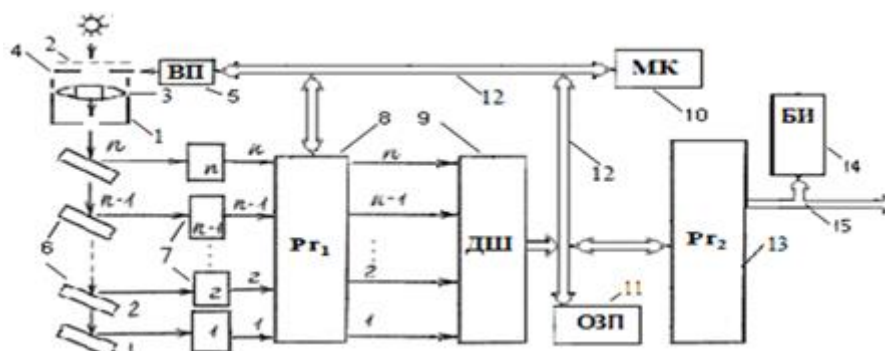


Рисунок 3 - Блок-схема параллельного оптического АЦП, патент № 139591 (UA), МПК G02F 7/00 [3]

3. ВЫВОДЫ

Обоснованность идей, предложений и подходов по существенному улучшению характеристик и параметров быстродействующих параллельных оптических АЦП прямого преобразования (типа "яркость излучения - код") нашли подтверждение в полученных патентах автора [3, 4]. В работах акцентирована возможность и указаны направления, подходы по улучшению КТР АЦП [1, 2] и их характеристик. При необходимости консультационных услуг, ознакомления с патентами, сопровождения разработки твердотельных оптических АЦП, ЦАП, микроощных оптоэлектронных устройств УВЧ диапазона - обращаться к автору (контактные данные - в заголовке).

4. ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1484050 SU, МКИ G01 J 1/42. Способ измерения интенсивности света. (ДСП). Патент на винахід UA 14466 від 25.04.1997 (перереєстроване а. с. СРСР 1484050) / В.П. Кожемяко, Л.И.Тимченко, С.Н. Белан; заявл. 26.12.1986; опубл. 25.04.1997. URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=35563&chapter=description>
2. Волков Б.И. Преобразователь «яркость излучения-код»: патент № 2419116 Россия, G02F7/00. заявл: 2010-03-16; опубл. 20.05.2011. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2419116>

3. Проскурин М.П. Оптический аналого-цифровой перетворювач «яскравість випромінювання - код» адаптивного типу з підвищеною точністю вимірювань: патент на корисну модель 139591 Україна (UA): МПК G02F 7/00 № u201906987// Проскурин М.П.; заявл. 21.06.2019; опубл. 10.01.2020, Бюл. №.1. 3с.

4. Проскурин М.П. Спосіб вимірювання інтенсивності світла з функцією адаптивності і підвищеною точністю: заявка на винахід України (UA): МПК G01J 1/42 (2006.01), G02F 7/00 № u201912340// Проскурин М.П.; заявл.28.12.2019; висновок ДП «Укрпатент» про видачу деклараційного патенту № 4904/3У/20 від 11.03.2020.

PARALLEL OPTICAL ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS IN UHF RANGE

PROSKURIN N.P., Ph.D, docent, cathedra CSN NUZP
E-mail: nickolay@zp.edu.ua

Abstract. A review of approaches, ideas, architecture, designs of parallel optical analog-to-digital converters (ADC: direct conversion of the type of radiation intensity - binary code) is given. Their analysis has been carried out, structural and technological solutions (STS) have been proposed with respect to improving their main characteristics: expanding the range and increasing accuracy, improving performance, introducing adaptability properties, several measurement modes.

Keywords: optical ADC, brightness, intensity, photodetector, UHF range, code 8-4-2-1.