

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

"Основи проєктування мехатронних та робототехнічних систем" для студентів спеціальності

174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка" освітньої програми "Автоматизація, мехатроніка та робототехніка" усіх форм навчання усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Основи проектування мехатронних та робототехнічних систем" для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка" усіх форм навчання / Уклад. : Ірина ПОСПЕСВА, Наталія ФУРМАНОВА, Вадим ЯКОВЕНКО. – Запоріжжя : НУЗП, 2024. – 30 с.

Укладачі: Ірина ПОСПЕСВА, ст. викл. каф. ІТЕЗ;
Наталія ФУРМАНОВА, к.т.н., доц. каф. ІТЕЗ;
Вадим ЯКОВЕНКО, д.т.н., проф. каф. ІТЕЗ.

Рецензент: Тетяна БУГРОВА, к.т.н., доц. каф. РТТ

Відповідальний за випуск: Олександр МАЛИЙ, к.т.н., доц., зав.
каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 2 від 25.10.24 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФІБЕК
протокол № 4 від 15.11.24 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	5
1.1 Мета та задачі вивчення дисципліни.....	5
1.2 Рекомендації з вивчення дисципліни.....	5
2 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	6
3 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	24
3.1 Теоретична частина.....	24
3.2 Індивідуальне завдання (контрольна робота).....	25
3.2.1 Тема та мета роботи	25
3.2.2 Короткі теоретичні відомості	25
3.2.3 Порядок виконання роботи.....	27
3.2.4 Зміст звіту.....	27
3.2.5 Приклад розрахунку комплексних показників якості для двох моделей смартфонів	28
ЛІТЕРАТУРА.....	30

ВСТУП

Конструювання мехатронних та робототехнічних систем пов'язане з використанням принципу синергетичної інтеграції, яка полягає в об'єднанні в єдиний модуль елементів різної фізичної природи - механічних та електронних – для якісного виконання необхідного функціонального перетворення.

До складу мехатронних та робототехнічних систем зазвичай входять мікропроцесор, елементи керування, живлення, датчики тощо.

Так, наприклад, найпростіший маніпуляційний робот – це автоматичний пристрій, який складається з маніпулятора і перепрограмованого пристрою керування, який формує керуючі впливи, що визначають необхідні рухи виконавчих органів маніпулятора.

Потреба у електронних та мікроелектронних пристроях, призначених для вирішення конкретного завдання або ряду завдань, запускає в хід механізм їх створення, в основі якого лежить діяльність розробника за участю замовника, що являє собою проектування виробів. Сутність цього процесу полягає в прийнятті інженерних рішень, які безпосередньо впливають на виготовлення та використання виробів, а також на дії людини при їх експлуатації.

Залежно від призначення електронного пристрою та умов його застосування перед конструктором постає низка завдань, виконання яких забезпечує надійне функціонування виробів.

Конструювання вимагає від інженера-проектувальника різноманітних знань у різних сферах техніки та технології. Оскільки процеси конструювання, виробництва та експлуатації нерозривно пов'язані між собою, для розроблення якісної й конкурентоспроможної продукції інженер повинен знати особливості організації процесу конструювання, структуру та зміст документації, що супроводжує конструкторське проектування, властивості та характеристики конструкційних матеріалів, сучасні підходи до реалізації функціональних вузлів електронних пристроїв, способи захисту від дестабілізуючих факторів зовнішнього середовища.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Мета та задачі вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни є вивчення методології проектування мехатронних та робототехнічних систем з застосуванням засобів автоматизованого конструювання з урахуванням вимог технічного завдання, об'єкта установки, обмежень виробництва, забезпечення високої якості та економічної ефективності.

Основними *задачами* є засвоєння методів проектування складових частин конструкцій мехатронних та робототехнічних систем і отримання практичних навичок їх застосування.

1.2 Рекомендації з вивчення дисципліни

Навчальна робота над дисципліною складається з наступних компонентів: прослуховування лекцій, виконання та захист лабораторних робіт, самостійне вивчення матеріалу за літературою, що рекомендується, виконання індивідуального завдання.

Дисципліна вивчається у п'ятому семестрі та завершується складанням іспиту за умови успішного виконання лабораторних та індивідуальної робіт.

Самостійне вивчення матеріалу слід проводити згідно з робочою програмою та питаннями до самостійної роботи, дотримуючись наступного порядку:

- ознайомлення з темою, що підлягає вивченню за програмою, та добір літератури зі списку, що рекомендується;
- вивчення матеріалу за рекомендованою літературою з конспектуванням основних положень та письмовими відповідями на питання до кожної теми відповідно до варіанту;
- виконання індивідуального завдання.

2 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема 1. Процес та об'єкти технічного проектування. Параметри та моделі технічних об'єктів

1 У чому полягають процеси проектування та інноваційної діяльності в цілому?

2 Об'єкти технічного проектування: технічний об'єкт, технічна система, виріб.

3 Які вироби відносяться до основного та допоміжного виробництва. Наведіть приклади.

4 Що таке деталь? Наведіть приклади.

5 Що таке складальна одиниця? Наведіть приклади.

6 Що таке комплекс та комплект ? Наведіть приклади.

7 Що таке комплект? Наведіть приклади.

8 Що таке конструкція?

9 У чому полягає процес конструювання? Мета конструювання.

10 Що таке технологія? У чому полягає виробничий та технологічний процес?

11 Класифікація параметрів ТО за відношенням до системи та її елементів.

12 Класифікація параметрів ТО за характером представлення даних.

13 Класифікація параметрів ТО за кількісною визначеністю.

14 Класифікація параметрів ТО за фізичним змістом.

15 Загальна класифікація моделей ТО.

16 Класифікація моделей ТО за способом побудови. Визначення робота.

17 Класифікація моделей ТО за характером відтворених сторін об'єкта.

18 Класифікація моделей ТО за ступенем повноти відображення.

19 Класифікація моделей ТО за ступенем загальності у відношенні до об'єкта.

20 Класифікація моделей ТО за призначенням.

21 Наведіть класифікацію модельних уявлень об'єктів проектування.

- 22 Евристичні моделі.
- 23 Фізичні моделі.
- 24 Математичні моделі: основні типи.
- 25 Аналітичні моделі.
- 26 Імітаційні моделі.
- 27 Семіотичні моделі.
- 28 Зв'язок повноти опису ТО з рівнем абстрактності моделі.
- 29 Основні поняття мехатроніки.
- 30 Основні поняття робототехніки.

Тема 2. Методи та принципи проєктування. Системний підхід

- 1 Загальний порядок процесу проєктування.
- 2 Процеси проєктування технічних систем.
- 3 Методи конструювання за видами зв'язків.
- 4 Методи прототипу.
- 5 Основні недоліки традиційних креслярських методів.
- 6 Метод спроб і помилок як різновид евристичних методів.
- 7 Метод аналогії.
- 8 У чому полягає пряма аналогія? Наведіть приклади.
- 9 Правила використання прямої аналогії. Реверс-інженерінг.
- 10 У чому полягає зворотна аналогія (інверсія)? Наведіть приклади.
- 11 У чому полягає особиста аналогія? Наведіть приклади.
- 12 У чому полягає символна аналогія? Наведіть приклади.
- 13 У чому полягають образна та фантастична аналогія? Наведіть приклади.
- 14 Метод подібності.
- 15 Алгоритмічні методи.
- 16 Морфологічний аналіз. Двоетапний морфологічний аналіз.
- 17 Метод "графів вхідності". Метод графів залежностей.
- 18 Автоматизоване проєктування.
- 19 Загальні принципи зовнішнього проєктування: соціологічний, технічний, економічний.
- 20 Загальні принципи зовнішнього проєктування: екологічний, ергономічний, естетичний. Принцип безпеки.
- 21 Принцип Гюльднера.

- 22 Принципи обов'язковості урахування досягнень науки та техніки, адаптивності, сумісності.
- 23 Принципи взаємозамінності, доцільної наступності.
- 24 Основні цілі уніфікації.
- 25 Особливості проектування уніфікованих технічних систем.
- 26 Суть системного підходу. Поняття системотехніки.
- 27 У чому полягає структурний блочно-ієрархічний, об'єктно-орієнтований підхід?
- 28 Особливості проектування складних систем.
- 29 Принципи системного підходу.
- 30 Умови системності при проектуванні.

Тема 3. Організація проектування

- 1 Що таке життєвий цикл виробу? З яких етапів він складається?
- 2 Які роботи виконуються та які документи складаються на етапі попереднього проектування?
- 3 Які роботи виконуються та які документи складаються на етапі ескізного проектування?
- 4 Які роботи виконуються та які документи складаються на етапі технічного проектування?
- 5 Які роботи виконуються та які документи складаються на етапі створення робочої конструкторської документації?
- 6 Що входить до складу конструкторської документації?
- 7 Що входить до складу програмної документації?
- 8 Що входить до складу технологічної документації?
- 9 Що входить до складу експлуатаційної документації?
- 10 У чому полягає серійне супроводження виробів?
- 11 Структурна схема системи проектування.
- 12 Алгоритм процесу проектування.
- 13 Лінійна стратегія проектування.
- 14 Циклічна стратегія проектування.
- 15 Розгалужена стратегія проектування.
- 16 Адаптивна та випадкова стратегії проектування.
- 17 Типові процедури проектування: синтез, аналіз, ухвалення рішення.
- 18 Методи експертних оцінок.
- 19 Особливості проектування мехатронних систем.

20 Мікротехніка як перспективний напрямок розвитку мехатроніки.

21 Принципи проектування мехатронних систем.

22 Особливості проектування робототехнічних систем.

23 Декомпозиція – основний принцип проектування робототехнічних систем.

24 Основні функціональні частини робота та послідовність розподілу вимог ТЗ між ними.

25 Декомпозиція ТЗ на проектування робота.

26 Основні параметри робототехнічних систем, які визначаються на етапі технічної пропозиції.

27 Загальна послідовність етапів проектування промислових роботів.

28 Результати розробки технічної пропозиції при проектуванні роботів.

29 Особливості автоматизованого проектування.

30 3D-моделювання та його переваги при комп'ютерному проектуванні.

Тема 4. Структура та класифікація мехатронних систем.

Поняття синергетики

1 Які компоненти входять до складу мехатронних пристроїв?

2 Що відрізняє мехатронні пристрої?

3 Області застосування мехатронних пристроїв.

4 Структура мехатроніки.

5 Що є предметом мехатроніки?

6 Що є об'єктами мехатроніки?

7 Наведіть ієрархію мехатронних систем.

8 Що таке мехатронний вузол?

9 Що таке мехатронний модуль?

10 Що таке мехатронний агрегат?

11 Що таке мехатронна система?

12 Що таке мехатронний прилад, мехатронний апарат?

13 Класифікація мехатронних систем за поколіннями. Які МС відносяться до I покоління?

14 Які МС відносяться до II покоління?

15 Які МС відносяться до III покоління?

16 Класифікація мехатронних систем за видами інтеграції. Що таке модуль руху? Наведіть приклади.

17 Що таке мехатронний модуль руху? Наведіть приклади.

18 Що таке інтелектуальний мехатронний модуль руху? Наведіть приклади.

19 Основні переваги ІММ.

20 Фактори, що стримують використання ІММ, та шляхи їх подолання.

21 Класифікація мехатронних систем за структурно-функціональними ознаками.

22 Класифікація мехатронних систем за технічними характеристиками.

23 Структурно-морфологічні властивості мехатронних систем.

24 Які властивості притаманні мехатронному технологічному обладнанню?

25 Переваги мехатронного технологічного обладнання.

26 Поняття синергетики.

27 Основні принципи синергетики.

28 Синергетичні якості мехатронних систем.

29 У чому полягає функціонально-структурна інтеграція мехатронних систем? Наведіть приклади.

30 У чому полягає структурно-конструктивна інтеграція мехатронних систем? Наведіть приклади.

Тема 5. Склад та класифікація робототехнічних систем

1 Дати визначення робототехніки, роботи. Основні функції робота. Базові компоненти робота.

2 Класифікація роботів за типом керування, способом пересування, зовнішнім виглядом.

3 Класифікація роботів за типом привода, вантажопідйомністю, кількістю маніпуляторів, точністю рухів, числом ступенів рухливості та способом розміщення.

4 Промислові роботи – призначення, класифікація.

5 Види промислових роботів за призначенням. Складальні роботи.

6 Зварювальні, фарбувальні, ливарні, фрезерувальні роботи.

7 Роботи-сортувальники, вимірювальні, транспортні роботи.

8 Будівельні роботи.

9 Сільськогосподарські роботи.

10 Колаборативні роботи.

- 11 Бойові роботи. Повітряні БПЛА.
- 12 Сухопутні бойові роботи.
- 13 Морські бойові роботи.
- 14 Роботизовані системи керування рухом.
- 15 Роботи-поліцейські, робобуси.
- 16 Автоматизовані магазини. Торгові роботи.
- 17 Роботи в кулінарії та сфері послуг.
- 18 Роботи в комунальному господарстві.
- 19 Дослідницькі космічні роботи.
- 20 Дослідницькі наземні та підземні роботи.
- 21 Дослідницькі морські та підводні роботи.
- 22 Медичні роботи: хірурги, фармацевти, пацієнти, доглядальники.
- 23 Медичні роботи: хірурги, фармацевти, пацієнти, доглядальники.
- 24 Роботизовані протези, екзоскелети та трансплантанти.
- 25 Роботи-контролери та роботи-охорони. Розумний будинок.
- 26 Побутові роботи-асистенти та компаньйони.
- 27 Роботи-домогосподарки.
- 28 Роботи – члени сім'ї, тварини. Роботи для дітей.
- 29 Сервісні роботи.
- 30 Робот-гіноїд Софія.

Тема 6. Організація конструкторських робіт. Технічне завдання

- 1 Поняття конструкторських документів. Що відноситься до графічних конструкторських документів?
- 2 Що відноситься до текстових конструкторських документів?
- 3 Що є основним конструкторським документом для складальних одиниць? Для деталей?
- 4 Види КД, що розробляються при проектуванні РЕЗ.
- 5 Загальні вимоги до виконання графічної КД.
- 6 Основні та кратні формати.
- 7 Основний напис – призначення, розташування, вміст.
- 8 Що таке децимальний номер? Структура децимального номеру.

- 9 В залежності від чого формується номер підкласу, групи, підгрупи та виду?
- 10 Масштаби.
- 11 Вимоги до розташування елементів креслення на форматі.
- 12 Технічні вимоги.
- 13 Класифікація схем за видом.
- 14 Класифікація схем за типом.
- 15 Складові частини схем.
- 16 Складальне креслення: призначення.
- 17 Елементи складального креслення.
- 18 Правила простановки позицій елементів на складальному кресленні.
- 19 Спрощення та умовності при виконанні складальних креслень.
- 20 Специфікація: формат, структура, послідовність розділів.
- 21 Правила заповнення розділів специфікації "Документація", "Комплекси", "Складальні одиниці" та "Деталі".
- 22 Правила заповнення розділів специфікації "Стандартні вироби", "Інші вироби", "Матеріали" та "Комплекси".
- 23 Правила виконання зображень на детальному кресленні.
- 24 Правила простановки розмірів та граничних відхилень на детальному кресленні.
- 25 Правила простановки установчих та приєднувальних розмірів.
- 26 Вимоги до виконання текстової КД.
- 27 Технічне завдання – призначення, зміст.
- 28 Класифікація дестабілізуючих факторів.
- 29 Кліматичні виконання. Нормальні кліматичні умови.
- 30 Вплив дестабілізуючих факторів на працездатність виробів.

Тема 7. Захист від температурних впливів

- 1 Джерела підвищеної та зниженої температур, що впливають на роботу МРТС.
- 2 Наслідки впливу підвищеної температури на працездатність МРТС.
- 3 Наслідки впливу зниженої температури на працездатність МРТС.
- 4 Що таке тепловий удар? Наслідки його впливу на працездатність МРТС.
- 5 Поняття нормального теплового режиму.

6 Вимоги холодостійкості.

7 Термостабілізація. Принцип дії термостату.

8 Вимоги теплостійкості.

9 Теплонавантажені та термокритичні елементи.

10 Радіаційний теплообмін.

11 Що таке коефіцієнт чорноти? Від яких характеристик об'єкта він залежить? Властивості коефіцієнта чорноти.

12 Як досягається підвищення ефективності теплопередачі випромінюванням?

13 Кондуктивний теплообмін. Що являє собою коефіцієнт теплопровідності?

14 Які значення має коефіцієнт теплопровідності різних матеріалів?

15 Причини застосування радіаторів охолодження. Вимоги до радіаторів.

16 Основні типи радіаторів. Їхня порівняльна характеристика.

17 Особливості застосування ребристих та штирьових радіаторів за умови радіаційного теплообміну.

18 Матеріали, які застосовуються для виготовлення радіаторів охолодження.

19 Шляхи зменшення теплового опору контакту елемент-радіатор. Порівняльна характеристика термопаст.

20 Способи кондуктивного охолодження пристроїв цілком.

21 Кондуктивне охолодження друкованих плат.

22 Конвективний теплообмін.

23 Класифікація видів конвекції.

24 Локальні охолоджувальні системи. Кулери.

25 Складний теплообмін.

26 Класифікація систем охолодження.

27 Природне повітряне охолодження.

28 Примусова вентиляція.

29 Рідинне охолодження.

30 Захист термокритичних елементів. Види теплових екранів.

Тема 8. Захист від кліматичних впливів

1 Джерела вологи та її вплив на працездатність МРТС. Шляхи проникнення вологи в корпуси МРТС.

2 Як впливають полімерні матеріали на збільшення вмісту вологи?

- 3 Механізми взаємодії вологи з матеріалами конструкцій. Вплив вологи на органічні матеріали.
- 4 Вплив вологи на метали. Види корозії.
- 5 Вплив вологи на ІМС.
- 6 Для яких кліматичних умов обов'язковий захист від підвищеної вологи?
- 7 Джерела пилу та шляхи його проникнення в корпуси.
- 8 Вплив пилу та способи пилозахисту.
- 9 ІТ-класифікація ступенів захисту. Що означає перша характеристична цифра?
- 10 Що означають друга характеристична цифра та додаткові літери?
- 11 Способи герметизації. Індивідуальна герметизація.
- 12 Загальна герметизація.
- 13 Класифікація монолітних оболонок.
- 14 Вимоги до матеріалів захисних плівок.
- 15 Що таке опресування? Коли воно застосовується?
- 16 Що таке просочення? Коли воно застосовується?
- 17 Що таке огортання? Коли воно застосовується?
- 18 Що таке заливка? Коли вона застосовується?
- 19 Класифікація пустотілих герметизованих корпусів.
- 20 Вимоги до роз'ємних корпусів з герметизацією за допомогою прокладок.
- 21 Які матеріали використовуються у якості герметизуючих прокладок? Наведіть розповсюджені форми металевих прокладок.
- 22 Наведіть розповсюджені форми гумових прокладок.
- 23 Прокладки для герметизації роз'ємних вакуумних з'єднань.
- 24 Недоліки роз'ємних корпусів.
- 25 Особливості конструкцій та застосування обмежено-роз'ємних корпусів.
- 26 Особливості конструкцій та застосування порожнистих нероз'ємних оболонок.
- 27 Класифікація покриттів.
- 28 Металеві покриття та їхнє призначення. Гальванічна сумісність матеріалів.
- 29 Неметалеві та лакофарбові покриття.
- 30 Використання поліпарааксиліленового покриття для вологозахисту.

Тема 9. Захист від механічних впливів

1 Класифікація механічних впливів. Статичні та динамічні впливи.

2 Вібрації. Джерела вібрацій. Види вібрацій.

3 Якими параметрами характеризується гармонійна вібрація?

4 Удари. Класифікація, параметри, джерела ударів.

5 Лінійні прискорення. Джерела лінійних прискорень.

6 Явище механічного резонансу, чим воно небезпечне? Що таке власна резонансна частота, від яких чинників вона залежить?

7 Як впливають механічні чинники на працездатність МРТС?

8 Що таке вібро- та удароміцність? Для яких систем слід її забезпечувати?

9 Що таке вібро- та ударостійкість? Для яких систем слід її забезпечувати?

10 Способи захисту МРТС від впливу вібрацій.

11 Що таке коефіцієнт динамічності? Як він визначається?

12 У чому полягає демпфування? Як воно реалізується?

13 Недоліки демпфування.

14 У чому полягає частотна селекція? Як вона реалізується?

15 У чому полягає віброізоляція?

16 Амортизація як спосіб забезпечення віброізоляції. Вимоги до амортизаторів.

17 Гумометалеві амортизатори: конструкція, переваги, недоліки.

18 Пружинні амортизатори з повітряним демпфуванням: конструкція, переваги, недоліки.

19 Пружинні амортизатори з фрикційним демпфуванням: конструкція, переваги, недоліки.

20 Суцільнометалеві амортизатори зі структурним демпфуванням: конструкція, переваги, недоліки.

21 Пружинно-полімерні амортизатори: конструкція, переваги, недоліки.

22 Захист МРТС від впливу ударів, лінійних прискорень та акустичних шумів.

23 Особливості протиударних амортизаторів.

24 Способи захисту від механічних впливів. Що таке механічна міцність та механічна жорсткість?

- 25 Способи забезпечення оптимальної міцності та жорсткості.
- 26 Раціональний вибір форми деталей. Економічні профілі.
- 27 Захист від механічних впливів друкованих плат.
- 28 Захист від механічних впливів складальних одиниць та виробу в цілому. Стопоріння різбових з'єднань.
- 29 Засоби захисту переносних та носимих електронних пристроїв.
- 30 Захист МРТС при транспортуванні.

Тема 10. Захист від електромагнітних завад

- 1 Що таке електромагнітна завада?
- 2 Класифікація ЕМЗ в залежності від характеру прояву, причин наведення та шляху поширення.
- 3 Основні причини, що викликають спотворення сигналів при проходженні їх по ланцюгах електронних схем МРТС.
- 4 Джерела ЕМЗ природного та штучного походження. ЕМЗ ненавмисні та організовані; зовнішні та внутрішні.
- 5 Джерела зовнішніх завад штучного походження: транспорт на електричній тязі, лінії електропередач.
- 6 Джерела зовнішніх завад штучного походження: радіолокаційні станції, передавальні та телевізійні центри.
- 7 Джерела зовнішніх завад штучного походження: системи супутникового зв'язку, стільникова радіотелефонія.
- 8 Джерела зовнішніх завад штучного походження: побутові електроприлади, персональні комп'ютери.
- 9 Джерела внутрішніх завад штучного походження.
- 10 Забезпечення заводо захищеності як складова частина підвищення якості та надійності.
- 11 Причини виникнення завад в лініях зв'язку різних видів.
- 12 Завади в сигнальних лініях зв'язку. Поняття "короткої" та "довгої" ліній зв'язку.
- 13 Завади в "коротких" лініях зв'язку.
- 14 Завади в "довгих" лініях зв'язку.
- 15 Що таке узгоджена та неузгоджена лінія зв'язку?
- 16 Паразитні наведення в "довгих" лініях зв'язку. Методи розведення "довгих" ліній зв'язку.
- 17 Завади в ланцюгах живлення.

18 Задачі забезпечення завадозахищеності в лініях зв'язку та основні методи їх вирішення.

19 Екранування дротів та кабелів.

20 Використання протизавадових фільтрів.

21 Феритові фільтри.

22 Застосування індивідуальних згладжуючих конденсаторів.

23 Застосування металевих листів та прокладок у якості земляних шин та шин живлення.

24 Застосування екранів. Види екранування.

25 Магнітостатичне екранування. Застосування екранів з феромагнітного матеріалу.

26 Магнітостатичне екранування екранами з немагнітних металів.

27 Електростатичне екранування.

28 Електромагнітне екранування.

29 Застосування несучих конструкцій у якості екранів.

30 Забезпечення завадозахищеності друкованих плат.

Тема 11. Забезпечення технологічності

1 Визначення технологічності. Види технологічності.

2 Відпрацювання виробів на технологічність на етапах попереднього та ескізного проектування.

3 Відпрацювання виробів на технологічність на етапах технічного та робочого проєктів.

4 Якісна оцінка технологічності.

5 Кількісна оцінка технологічності.

6 Основні показники технологічності.

7 Додаткові показники технологічності.

8 Інженерно-розрахунковий метод оцінки технологічності.

9 Комплексна оцінка технологічності.

10 Загальні методи забезпечення виробничої технологічності.

11 Що таке стандартизація, уніфікація, типізація?

12 Як уніфікація сприяє підвищенню технологічності? Як оцінюється ступінь уніфікації?

13 Поняття базової несучої конструкції.

14 Сучасні методи оптимізації виробництва.

15 Методи формоутворення деталей. Які методи формоутворення відносяться до прогресивних?

16 Які методи формоутворення застосовуються у виробництві РЕЗ?

17 Види механічної обробки.

18 Забезпечення технологічності деталей, що піддаються механічній обробці.

19 Холодне штампування: переваги. Операції холодного штампування.

20 Загальні технологічні вимоги до конструкції листових холодно штампованих деталей.

21 Технологічні вимоги до конструкції плоских деталей, одержуваних вирубкою та пробиванням.

22 Технологічні вимоги до конструкції плоских деталей, одержуваних згинанням.

23 Технологічні вимоги до конструкції плоских деталей, виготовлених витяжкою та формуванням.

24 У чому полягає метод лиття під тиском? Його переваги та недоліки.

25 Забезпечення технологічності деталей, що виготовляються методом лиття під тиском.

26 Застосування адитивних технологій для формоутворення деталей.

27 Технологічність виготовлення друкованих плат.

28 Технологічність складання.

29 Зв'язок виробничої технологічності з умовами виробництва.

30 Класифікація за типом виробництва.

Тема 12. Надійність та ремонтпридатність

1 Дати визначення надійності. Від яких факторів залежить надійність?

2 Якими показниками характеризується надійність?

3 Які стани об'єкта розрізняють при оцінці надійності? Що таке відмова та ушкодження? Чим вони відрізняються?

4 Класифікація відмов.

5 Групи показників надійності. Показники безвідмовності. Зв'язок між ймовірністю безвідмовної роботи та ймовірністю відмов.

6 Показники ремонтпридатності, довговічності та збереженості.

7 Що таке напрацювання? Види напрацювань. Як визначається напрацювання на відмову? Рекомендуємі значення напрацювання на відмову для побутової та професійної РЕЗ.

8 Що таке інтенсивність відмов? Як вона визначається? Лямбда-характеристика.

9 Які відмови характерні для періоду припрацювання?

10 Які відмови характерні для періоду нормальної експлуатації?

11 Які відмови характерні для періоду зношування?

12 Що таке резервування? Коли його доцільно застосовувати? Види резервування.

13 Дати визначення ремонтпридатності. Чи завжди треба забезпечувати ремонтпридатність? Назвіть випадки, коли це недоцільно.

14 Поняття відновлення та ремонту.

15 Види ремонту. Які види робіт виконують при поточному та при профілактичному ремонті?

16 У чому полягає ремонт методом заміни та подальшого відновлення?

17 У чому полягає ремонт методом заміни елементів, що не ремонтуються?

18 У чому полягає ремонт за наявності резервування?

19 У чому полягає заміна поточного ремонту на профілактичне обслуговування?

20 Наведіть формулу для визначення середнього часу відновлення.

21 Що таке коефіцієнт готовності? Наведіть формулу для його визначення.

22 Групи факторів, що визначають ремонтпридатність.

23 Що входить до комплексу ЗПП? Класифікація ЗПП.

24 Способи зменшення часу виявлення та відшукування несправності.

25 Як вирішуються задачі налаштування та діагностики у сучасних МРТС?

26 Способи зменшення часу розбирання та складання виробу.

27 Наведіть заходи, які слід враховувати для зменшення часу розбирання та складання виробу.

28 Способи зменшення часу, необхідного для пошуку та заміни елемента, що відмовив.

29 Способи зменшення часу, необхідного для заміни елемента, що відмовив.

30 Як досягається легкодоступність складових частин виробів?

Тема 13. Забезпечення ергономіки та технічної естетики

1 Які науки пов'язані з системою "людина-машина"?

2 Якими питаннями займаються ергономіка та технічна естетика?

3 Специфіка ергономіки МРТС.

4 Операції, які виконує оператор під час підготовки до застосування.

5 Операції, які виконує оператор. Типи операторської діяльності.

6 Які фактори визначають ефективність діяльності оператора?

7 Система ергономічних показників.

8 Гігієнічні показники. Поняття комфортних, некомфортних та нестерпних параметрів.

9 Основні антропометричні характеристики оператора. Види робочих поз оператора. Ергономічні вимоги до кожної пози.

10 Характеристики керуючих рухів.

11 Фізіологічні та психофізіологічні показники. Види аналізаторів.

12 Зоровий аналізатор та його характеристики. Поле зору.

13 Колірне сприйняття ока. Поняття яскравісного контрасту.

14 Колірне коло. Колірний контраст та його характеристики.

15 Слуховий аналізатор та його характеристики. Шкірні аналізатори.

16 Психологічні показники. Здатність людини-оператора сприймати інформацію.

17 Класифікація органів керування. Загальні вимоги до органів керування.

18 Кнопкове та сенсорне керування. Вимоги до розмірів та зусиль керування.

19 Тумблери. Регулятори та поворотні перемикачі. Вимоги до розмірів та зусиль керування.

20 Поворотні та повзункові перемикачі. Вимоги до їхніх розмірів та зусиль перемикачання.

21 Одиначні індикатори. Знакосинтезуючі цифрові індикатори.

22 Аналогові індикатори, їхня класифікація. Вимоги до стрілочних індикаторів. Області їхнього застосування.

23 Принципи розміщення СВІ.

24 Принципи розміщення ОК.

25 Ергономічні вимоги при проєктуванні панелей відображення та керування.

26 Проєктування пультів відображення та керування.

27 Основні поняття, терміни та мета технічної естетики.

28 Вимоги раціональності форм композиційної цілісності зовнішніх об'ємів РЕЗ.

29 Забезпечення колірної гармонії.

30 Особливості дизайну робіт.

Тема 14. Техніка безпеки

1 Які заходи слід враховувати при забезпеченні вимог техніки безпеки?

2 В чому полягає вплив на людину електричного струму?

3 Який струм відноситься до відчутного? Яку реакцію організму людини він викликає?

4 Який струм відноситься до невідпускаючого? Яку реакцію організму людини він викликає?

5 Який струм відноситься до фібриляційного? Яку реакцію організму людини він викликає?

6 Від чого залежать порогові значення струму?

7 Яка напруга вважається небезпечною?

8 Чи існує порогове значення безпечної напруги?

9 Класи виборів за способом захисту від ураження електричним струмом.

10 Захист від ураження електричним струмом доступних частин пристрою.

11 Які заходи слід забезпечити для захисту доступних частин пристроїв I та II класу?

12 Вимоги до ізоляції.

13 Захист від ураження струмом в процесі регулювання.

- 14 Захист від ураження струмом доступних частин після зняття кришок. Механічне блокування.
- 15 Вимоги до внутрішніх провідників.
- 16 Вимоги до мережевих вимикачів.
- 17 Вимоги до мережевих вилок.
- 18 Вимоги до мережевих шнурів.
- 19 Номінальні площі перерізу мережевих шнурів.
- 20 Причини виникнення небезпеки ураження електричним струмом та способи їх усунення.
- 21 Захист від дії високих температур.
- 22 Захист від іонізуючого випромінювання.
- 23 Захист від випромінювання лазера.
- 24 Захист від наслідків механічної нестійкості.
- 25 Вимоги до маркування.
- 26 Небезпеки, пов'язані з використанням персонального комп'ютера.
- 27 Вимоги до освітлення робочого місця при роботі з персональним комп'ютером.
- 28 Техніка безпеки в робототехніці.
- 29 Вимоги до робочого місця при роботі з персональним комп'ютером.
- 30 Вимоги при роботі з комп'ютерною "мишею".

Тема 15. Патентно-правові вимоги. Комплексна оцінка якості

- 1 З чого складається сукупність патентно-правових вимог?
- 2 Для чого слід забезпечувати патентно-правові вимоги?
- 3 Що таке патент?
- 4 Що може бути об'єктом винаходу?
- 5 Пристрої як об'єкти винаходу.
- 6 Сукупність характеристик пристроїв. Наявність конструктивного елемента.
- 7 Зв'язки між елементами.
- 8 Взаємне розташування елементів.
- 9 Форма виконання елемента чи пристрою загалом, геометрична форма. Форма виконання зв'язку між елементами пристрою.

10 Параметри й інші характеристики елементів та їхній взаємозв'язок.

11 Матеріал, з якого виконаний елемент або пристрій загалом.

12 Способи як об'єкти винаходу. Групи способів.

13 Ознаки характеристики способів.

14 Речовини як об'єкти винаходу.

15 Застосування відомих раніше об'єктів за новим призначенням.

16 Які пропозиції не визнаються об'єктами винаходу?

17 Що таке новизна, істотні відмінності, винахідницький рівень винаходу? Як проводиться їхній аналіз та перевірка?

18 Які винаходи не відповідають умові винахідницького рівня?

19 Що таке корисність, промислова застосованість, юридичне оформлення винаходу?

20 Що характеризує патентна чистота? Як проводиться перевірка на патентну чистоту?

21 Які об'єкти можуть стати промисловою власністю? Що відноситься до корисних моделей?

22 Що відноситься до промислових зразків та товарних знаків?

23 Для чого проводиться комплексна оцінка якості продукції?

24 Методи комплексної оцінки якості.

25 Що являє собою комплексний показник оцінки якості з урахуванням вагових коефіцієнтів нормованих значень параметрів конструкції?

26 Для чого потрібні нормовані показники?

27 Як проводиться нормування для показників, зі збільшенням яких якість поліпшується, погіршується? Як проводиться нормування для показників при великій кількості порівнюваних варіантів конструкції?

28 Які методи використовуються при виборі вагових коефіцієнтів? У чому полягає директивний та статистичний методи?

29 У чому полягає вартісний, аналітичний та евристичний методи знаходження вагових коефіцієнтів?

30 Наведіть приклад розрахунку комплексного показника якості.

При підготовці до теоретичних занять слід користуватися матеріалами, наведеними у конспектах лекцій з дисципліни (част. 1, 2) та рекомендованій літературі.

3 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота складається з теоретичної та практичної частини.

3.1 Теоретична частина

Теоретична частина полягає у відповідях на питання для самостійної роботи, які обираються відповідно до варіанту (див. табл. 3.1) та оформлюються у вигляді звіту до кожної теми.

Практична частина полягає у виконанні індивідуального завдання.

Таблиця 3.1 – Розподіл питань за варіантами

Варіант	Номери питань		
1	1	9	17
2	2	10	18
3	3	11	19
4	4	12	20
5	5	13	21
6	6	14	22
7	7	15	23
8	8	16	24
9	8	9	25
10	7	10	25
11	6	11	24
12	5	12	23
13	4	13	22
14	3	14	21
15	2	15	20
16	1	16	18
17	1	10	19
18	2	11	17
19	3	12	25
20	4	13	24
21	5	14	23
22	6	15	22
23	7	16	21
24	8	15	18
25	8	10	17

Відповіді на питання для самостійної роботи можна знайти у конспектах лекцій з дисципліни (част. 1, 2) та рекомендованій літературі. При виконанні роботи допускається користуватися інтернет-ресурсами.

3.2 Індивідуальне завдання (контрольна робота)

3.2.1 Тема та мета роботи

Тема роботи: комплексна оцінка якості РЕЗ.

Мета роботи: розрахувати комплексні показники якості трьох моделей технічних об'єктів згідно варіанту та вибрати найбільш оптимальну модель.

3.2.2 Короткі теоретичні відомості

При порівнянні якості конструкції за деякими параметрами, як правило, не вдається отримати її об'єктивну оцінку. Формальне використання параметрів при порівнянні може створити невірну уяву про якість конструкції. Наприклад, різниця тільки у вартості не дозволяє судити про якість виробів без аналізу їх функціональних характеристик.

На практиці порівняння якості варіантів конструкції виробів проводять на основі комплексних (інтегральних) показників, які формуються з окремих (диференціальних) параметрів.

Для комплексної оцінки якості використовують два методи:

- підсумок нормованих диференціальних показників якості з урахуванням їх вагових коефіцієнтів;
- використання аналітичних співвідношень, що зв'язують групи диференціальних показників.

Оптимальний варіант конструкції визначається за **мінімальною величиною** комплексного показника якості:

$$Q_j = \sum \varphi_i \cdot \alpha_{ij}^* \quad (3.1)$$

де i – номер показника;

j – номер варіанта конструкції;

φ_i – ваговий коефіцієнт, що визначає значущість i -го показника; $\sum \varphi_i = 1$

α_{ij}^* – нормоване значення показника.

Найчастіше використовується вид нормування, що дає діапазон значень нормованих величин $|1,0|$.

Для показників, зі збільшенням яких якість поліпшується, він визначається за формулою:

$$\alpha_i^* = \frac{\alpha_{i \max} - \alpha_i}{\alpha_{i \max}} \quad (3.2)$$

де $\alpha_{i \max}$ – максимальне параметра α_i для порівнюваних варіантів конструкції.

Для показників, зі збільшенням яких якість погіршується, він визначається за формулою:

$$\alpha_i^* = \frac{\alpha_i - \alpha_{i \min}}{\alpha_i} \quad (3.3)$$

де $\alpha_{i \min}$ – мінімальне значення параметра α_i для порівнюваних варіантів конструкції.

При великій кількості порівнюваних варіантів конструкції нормування зручно проводити за формулою:

$$\alpha_i^* = \frac{\alpha_i - \alpha_{i \min}}{\alpha_{i \max} - \alpha_{i \min}} \quad (3.4)$$

Для вибору вагових коефіцієнтів може використовуватися один з наступних методів:

- директивний;
- статистичний;
- вартісний;
- аналітичний;
- евристичний.

До *директивної групи* відносяться всі випадки, коли вагові коефіцієнти призначаються замовником, організацією і т. ін.

Статистичні методи знаходження вагових коефіцієнтів можуть бути застосовані при досить великому досвіді проектування систем аналогічного призначення. За ваговий коефіцієнт приймається ступінь наближення значення і-го показника до еталону. Це значення обчислюється як середнє арифметичне при обробці великої кількості варіантів готових виробів.

При використанні *вартісного методу* вважається, що ваговий коефіцієнт є монотонно зростаючою функцією від аргументу C , що

виражає грошові або трудові витрати для отримання i -ї властивості, тобто: $\varphi_i = \frac{c_i}{\sum c_i}$

Однак труднощі диференціювання витрат на кожен показник ускладнюють використання такого підходу.

До *аналітичних* відносяться методи, для яких не потрібно ніякої додаткової інформації до того, що міститься в самих значеннях показників і допустимих галузей їх застосування.

В даний час найбільшого поширення знайшли *евристичні методи*. Вони пов'язані з урахуванням думок груп фахівців (експертів), тобто це способи прийняття рішень, що використовують узагальнений людський досвід.

3.2.3 Порядок виконання роботи

3.2.3.1 Для обраного технічного об'єкта підібрати три моделі (різних фірм-виробників або різних модифікацій однієї фірми).

3.2.3.2 Задати не менш 6 показників, які характеризують якість обраних моделей, та знайти їхні кількісні значення. При цьому для однієї частини показників при збільшенні їх кількісних значень якість моделей повинна поліпшуватися, а для іншої – погіршуватися.

Вибір показників обґрунтувати.

3.2.3.3 Для вибраних показників задати вагові коефіцієнти, керуючись евристичним підходом. Значення вагових коефіцієнтів обґрунтувати.

3.2.3.4 Розрахувати комплексний показник якості для кожної моделі та визначити найбільш оптимальну модель.

3.2.3.5 Зробити висновки.

3.2.4 Зміст звіту

3.2.4.1 Тема та мета роботи.

3.2.4.2 Короткий опис обраних моделей технічних об'єктів: назва, функціональне призначення, фірма-виготовник, основні характеристики.

3.2.4.3 Опис показників з обґрунтуванням їхнього вибору.

3.2.4.4 Значення вагових коефіцієнтів для обраних показників з обґрунтуванням їхнього вибору.

3.2.4.5 Розрахунки комплексних показників якості для обраних моделей та вибір найбільш оптимальної моделі.

3.2.4.6 Висновки з роботи.

3.2.5 Приклад розрахунку комплексних показників якості для двох моделей смартфонів

Розрахувати комплексні показники якості двох моделей смартфонів за шістьма показниками та вибрати найбільш оптимальну модель. Вихідні дані наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунків

Показник	Ваговий коефіцієнт, φ_i	Значення для моделі		Базове значення показника	
		Xiaomi Redmi Note 10S	Samsung Galaxy A32		
Постійна пам'ять (ROM), Гб	α_1	0,25	128	64	256
Оперативна пам'ять (RAM), Гб	α_2	0,25	6	4	8
Ємність батареї, мА год	α_3	0,20	5000	5000	6000
Роздільна здатність камери, Мп	α_4	0,10	64	64	128
Маса, г	α_5	0,05	179	184	150
Ціна, грн.	α_6	0,15	9 799	8 699	8000

Як видно з вихідних даних, якість поліпшується при збільшенні показників $\alpha_1 - \alpha_4$ та при зменшенні показників α_5, α_6 . Тому нормовані значення для показників $\alpha_1 - \alpha_4$ розраховуємо за формулою 3.2, а для показників α_5, α_6 – за формулою 3.3.

Розрахуємо нормовані значення показників для кожної моделі.

Модель Xiaomi Redmi Note 10S

$$\alpha_{11}^* = \frac{256-128}{256} = 0,5$$

$$\alpha_{21}^* = \frac{8-6}{8} = 0,25$$

$$\alpha_{31}^* = \frac{6000-5000}{6000} = 0,17$$

$$\alpha_{41}^* = \frac{128-64}{128} = 0,5$$

$$\alpha_{51}^* = \frac{179-150}{179} = 0,16$$

$$\alpha_{61}^* = \frac{9799-8000}{9799} = 0,18$$

Комплексний показник якості за формулою 3.1:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 0,5 + 0,25 \cdot 0,25 + 0,2 \cdot 0,17 + 0,1 \cdot 0,5 + 0,05 \cdot 0,16 + 0,15 \cdot 0,18 = 0,31$$

Модель **Samsung Galaxy A32**

$$\alpha_{12}^* = \frac{256-64}{256} = 0,75$$

$$\alpha_{22}^* = \frac{8-4}{8} = 0,5$$

$$\alpha_{32}^* = \frac{6000-5000}{6000} = 0,17$$

$$\alpha_{42}^* = \frac{128-64}{128} = 0,5$$

$$\alpha_{52}^* = \frac{184-150}{184} = 0,18$$

$$\alpha_{61}^* = \frac{8699-8000}{8699} = 0,08$$

Комплексний показник якості за формулою 3.1:

$$Q_2 = 0,25 \cdot 0,75 + 0,25 \cdot 0,5 + 0,2 \cdot 0,17 + 0,1 \cdot 0,5 + 0,05 \cdot 0,18 + 0,15 \cdot 0,08 = 0,41$$

Порівнюючи значення комплексних показників якості для двох моделей, можна зробити висновок, що, оскільки $Q_1 < Q_2$, то модель **Xiaomi Redmi Note 10S** є більш оптимальною.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3943-2000 Дизайн і ергономіка. Склад, виклад та зміст документації. [Чинний від 2001–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 38 с.
2. ДСТУ 3944-2000 Дизайн і ергономіка. Правила виконання дизайн-ергономічних робіт під час розроблення та поставлення продукції на виробництво. [Чинний від 2001–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 31 с.
3. ДСТУ 7655:2014 Вироби електронної техніки. Загальні вимоги щодо надійності та методи випробування. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 9 с.
4. ДСТУ 8216:2015. Вироби електронної техніки. Класифікація за умовами застосування та вимоги стійкості до зовнішніх впливових чинників. [Чинний від 2017–01–04]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2017. 11 с.
5. Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів : конспект лекцій за курсом. Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2014. 99 с.
6. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. : навчальний посібник. / Є.М. Травніков та ін.; за загальною редакцією В. С. Лазебного. К.: «КАФЕДРА», 2015. Кн. 2. Основи конструювання. 285 с.: іл.
7. Ганжа С.М. Основи конструювання електронних засобів : підручник. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. 2011, 491 с.
8. Хіль М.І., Арушанов О.П., Ганжа С.М., Герасименко Є.П. Навчальне проектування радіоелектронних апаратів : навч. посіб. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, Технол. ін-т., 2011. 227 с.
9. Матвійків М.Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв [Текст]: підручник / М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 496 с.
10. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – К., 2012. – 357 с.