

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
"Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем"
для студентів спеціальності 172
"Телекомунікації та радіотехніка"
освітніх програм "Радіоелектронні апарати та засоби",
"Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної
техніки" усіх форм навчання

2023

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем" для студентів спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка" освітніх програм "Радіоелектронні апарати та засоби", "Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки" усіх форм навчання / Уклад. : Ірина ПОСПЕЄВА, Олександр МАЛІЙ, Олександр ПРОЖЕНКО. – Запоріжжя : НУЗП, 2023. – 31 с.

Укладачі: Ірина ПОСПЕЄВА, ст. викладач;
Олександр МАЛІЙ, к.т.н., доц.
Олександр ПРОЖЕНКО, асистент

Рецензент: Наталія ФУРМАНОВА, канд. техн. наук, доцент;

Відповідальний за випуск: Микола ЄФИМЕНКО, д.т.н, зав. каф.
ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 8 від 01.06.23 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 7 від 02.06.23 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 | 22 |
| 3.1 Теоретична частина..... | 22 |
| 3.2 Індивідуальне завдання (контрольна робота)..... | 24 |
| 3.2.1 Тема та мета роботи | 24 |
| 3.2.2 Короткі теоретичні відомості..... | 24 |
| 3.2.3 Порядок виконання роботи..... | 26 |
| 3.2.4 Зміст звіту..... | 26 |
| 3.2.5 Приклад розрахунку комплексних показників якості для двох моделей смартфонів | 27 |
| ЛІТЕРАТУРА | 29 |

ВСТУП

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

Робочі функції радіотехнічних систем та пристроїв, або радіоелектронних засобів (РЕЗ) характеризуються набором параметрів, номінальні значення яких задаються технічним завданням (ТЗ) на розробку виробу. Реалізація цих параметрів в експлуатації залежить як від загального комплексу дестабілізуючих факторів умов експлуатації (кліматичних, механічних і ін.), так і від якості розробки та технології виробництва. Урахування цих факторів вимагає від розробника знань з усіх питань конструкторсько-технологічного проектування, а саме:

- види і порядок розробки технічної документації;
- вплив зовнішніх факторів на працездатність РЕЗ;
- методи конструювання елементів, вузлів і пристроїв РЕЗ та виготовлення виробів;
- забезпечення електромагнітної сумісності, механічної міцності, нормальних теплових режимів і надійності виробів;
- загальні питання організації виробництва РЕЗ;
- стандартні і спеціальні технологічні процеси у виробництві РЕЗ;
- методи складання і монтажу;
- методи регулювання, налаштування і випробувань РЕЗ та ін.

Розвиток інформаційних технологій і застосування їх при проектуванні виробів дає можливість розробнику використовувати принципово нові інструменти і підходи для скорочення термінів розробки, поліпшення технічних і зниження економічних показників створюваної РЕЗ.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Мета та задачі вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни є вивчення методології проектування конструкцій радіотехнічних систем та їх складових частин з урахуванням вимог технічного завдання, об'єкта установки, обмежень виробництва, забезпечення високої якості і економічної ефективності та отримання практичних навичок конструювання з застосуванням систем автоматизованого проектування.

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

1.2 Рекомендації з вивчення дисципліни

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

Дисципліна вивчається у шостому семестрі та завершується складанням заліку 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. Конструювання як складова частина проєктування. Системний підхід

1 Що таке виріб? Вироби основного та допоміжного виробництва. Наведіть приклади.

2 Що таке деталь? Наведіть приклади.

3 Що таке складальна одиниця? Наведіть приклади.

4 Що таке комплекс та комплект? Наведіть приклади.

5 Чим відрізняються поняття радіоелектронної апаратури та радіоелектронного засобу?

6 У чому полягає конструювання РЕЗ? Мета конструювання РЕЗ.

7 Що таке технологія РЕЗ? У чому полягає виробничий та технологічний процес?

8 Суть системного підходу. Системотехніка. Основні поняття системного підходу.

9 Складові системотехніки. Структурний підхід.

10 Суть блочно-ієрархічного підходу.

11 Ієрархічний підхід при проєктуванні.

12 Суть об'єктно-орієнтованого підходу.

13 Види аспектів опису.

14 Умови системності при проєктуванні РЕЗ.

15 Можливість композиції та декомпозиції при проєктуванні РЕЗ.

16 Причини утворення при композиції нових властивостей, які не дорівнюють сумі властивостей вихідних елементів.

17 У чому полягає модульний принцип конструювання РЕЗ?

18 Врахування етапів "життєвого циклу" об'єкта проєктування.

19 Врахування історії та перспектив розвитку РЕЗ.

20 Врахування взаємодії з зовнішнім та внутрішнім середовищем; між елементною базою та схемотехнікою.

21 Врахування динаміки розвитку об'єкта проєктування та показників його якості.

22 Розкриття основних технічних протиріч об'єкта проєктування, правильне поєднання різних методів проєктування.

23 Класифікація моделей технічних об'єктів за способом побудови.

24 Класифікація моделей технічних об'єктів за ступенем повноти відображення сторін об'єкта, за характером відтворюваних сторін об'єкта та за характером передбачень властивостей.

25 Зв'язок повноти опису ТО з рівнем абстрактності моделі.

Тема 2. Методи та принципи проєктування

1 Процеси проєктування електронних систем та їх місце у процесі проєктування.

2 Класифікація методів конструювання за зв'язками.

3 У чому полягають методи конструювання за видами зв'язків? Їхні різновиди.

4 У чому полягають методи конструювання за способом виявлення та організації структури зв'язків між елементами? Їхні різновиди.

5 У чому полягають методи конструювання ступенем автоматизації виявлення структури зв'язків між елементами? Їхні різновиди.

6 Метод прототипу.

7 Метод послідовних конструкторсько-розрахункових наближень.

8 Метод послідовних конструктивно-експериментальних наближень.

9 Пошуковий метод.

10 Метод аналогії.

11 Метод подібності.

12 Загальні принципи зовнішнього проєктування.

13 Соціологічний принцип.

14 Технічний принцип.

15 Економічний принцип.

16 Екологічний принцип.

17 Ергономічний принцип.

18 Естетичний принцип.

19 Принцип безпеки.

20 Принцип Гюльднера.

21 Принцип обов'язковості урахування досягнень науки та техніки.

22 Принцип адаптивності.

23 Принцип сумісності.

24 Принцип взаємозамінності.

25 Принцип доцільної наступності.

Тема 3. Класифікація РЕЗ

1 Класифікація РЕЗ за типом.

2 Класифікація РЕЗ за природою хвильових процесів, що використовуються в процесі роботи.

3 Класифікація РЕЗ за характером задач, що вирішуються. Наведіть приклади задач інформаційних РЕЗ та областей їх застосування.

4 Класифікація РЕЗ за функціональним призначенням. Які РЕЗ відносяться до побутових, які – до професійних?

5 Класифікація РЕЗ за об'єктом установки.

6 Які РЕЗ відносяться до стаціонарних? Основні характеристики умов експлуатації для стаціонарних РЕЗ.

7 Вимоги до стаціонарних РЕЗ в залежності від умов розміщення.

8 Які РЕЗ відносяться до транспортованих? Загальні вимоги до транспортованих наземних РЕЗ.

9 Вимоги до РЕЗ, що встановлюються на залізничному та гусеничному транспорті.

10 Особливості РЕЗ у морському виконанні. Вимоги до морських РЕЗ.

11 Вимоги до буйкових РЕЗ.

12 Які РЕЗ відносяться до бортових? Вимоги до бортових РЕЗ, що встановлюються на літаках.

13 Вимоги до бортових РЕЗ, що встановлюються на гелікоптерах.

14 Вимоги до бортових РЕЗ для керування безпілотних літальних апаратів.

15 Вимоги до ракетних РЕЗ.

16 Вимоги до космічних бортових РЕЗ на етапі старту та виходу на орбіту.

17 Вимоги до космічних бортових РЕЗ на орбіті. Вимоги до РЕЗ, що встановлюється на супутниках.

18 Які РЕЗ відносяться до портативних? Вимоги до носимих РЕЗ.

19 Вимоги до переносних РЕЗ.

20 Умови роботи портативних РЕЗ.

21 Значення основних кліматичних та механічних чинників для груп РЕЗ.

22 Класифікація РЕЗ за функціональною та конструктивною складністю.

23 Класифікація РЕЗ за тривалістю роботи, надійністю, способом експлуатації та видом технічного обслуговування.

24 Класифікація РЕЗ за типом виробництва.

25 Що являє собою коефіцієнт серійності? Його значення для різних типів виробництва.

Тема 4. Етапи проєктування. Технічне завдання на розробку РЕЗ

1 Що таке життєвий цикл виробу? З яких етапів він складається?

2 Які роботи входять до етапу проєктування?

3 Які роботи входять до етапів виробництва, експлуатації та утилізації?

4 Стадії проєктування. Призначення технічного завдання.

5 Які роботи виконуються та які документи складаються на стадіях технічної пропозиції, ескізного проєкту?

6 Які роботи виконуються та які документи складаються на стадіях технічного проєкту, створення робочої конструкторської документації?

7 Переваги автоматизованого проєктування.

8 Етапи автоматизованого проєктування РЕЗ.

9 Переваги 3D-моделювання.

10 Що містить в собі технічне завдання (ТЗ) та з яких розділів складається?

11 Вміст розділів технічного завдання.

12 Якими коефіцієнтами оцінюється рівень мініатюризації? Наведіть формули для їхнього розрахунку.

13 Що характеризує коефіцієнт складання? Наведіть формулу для його розрахунку

14 Загальна класифікація технічних вимог. Які вимоги відносяться до тактико-технічних?

15 Які вимоги відносяться до конструктивно-технологічних?

16 Які вимоги відносяться до економічних та експлуатаційних?

17 Наведіть схему впливу на РЕЗ дестабілізуючих чинників.

18 Які чинники відносяться до кліматичних?

19 Які чинники відносяться до механічних?

20 Які чинники відносяться до радіаційних?

21 Наслідки одночасного впливу декількох дестабілізуючих чинників.

22 Що таке кліматичне виконання? Що воно визначає?

23 Які кліматичні виконання існують?

24 Що таке категорія розміщення? Які категорії розміщення існують?

25 Що таке нормальні кліматичні умови?

Тема 5. Захист РЕЗ від кліматичних впливів

1 Як впливають на праяездатність РЕЗ підвищені та знижені температури?

2 Що таке нормальний тепловий режим?

3 Вимоги захисту РЕЗ від температурних впливів. Що таке холодостійкість? Як вона забезпечується?

4 Захист від термоудару. Як реалізується термостабілізація?

5 Що таке теплостійкість? Як вона забезпечується?

6 Які елементи відносяться до теплонавантажених, а які – до термочитичних?

7 Наведіть основні механізми теплообміну.

8 У чому полягає процес кондуктивного теплообміну? Закон Фур'є.

9 Що таке коефіцієнт теплопровідності? Його значення для різних матеріалів.

10 У чому полягає процес радіаційного теплообміну? Закон Стефана-Больцмана.

11 Що таке коефіцієнт чорноти? Його значення для різних поверхонь.

12 У чому полягає процес конвективного теплообміну? Закон Ньютона-Ріхмана.

13 Види конвекції в залежності від матеріалу потоку.

14 Види конвекції в залежності від способу створення потоку.

15 Види потоків. Їхні характерні особливості.

16 У чому полягає кондуктивне охолодження? Шляхи підвищення його ефективності.

17 Конструкції радіаторів та їх пораявняльна характеристика.

18 У чому полягають недоліки ребристих та штирових радіаторів при відведенні тепла за рахунок випромінювання? Чому їхне застосування все одно ефективне?

19 Матеріали, що застосовуються для радіаторів.

20 Тепловідведення кондукцією при охолодженні радіоелектронного пристрою цілком.

21 Схеми реалізації природного повітряного охолодження.

22 Вимоги до конструкцій з природним повітряним охолодженням.

23 Вимоги до конструкцій з примусовою вентиляцією.

24 Підвищення ефективності теплопередачі випромінюванням.

25 Захист термочутливих елементів.

26 Джерела вологи та її вплив на працездатність РЕЗ.

27 Шляхи проникнення вологи в корпуси РЕЗ.

28 Як впливають полімерні матеріали на збільшення вмісту вологи у РЕЗ?

29 Механізми взаємодії вологи з матеріалами конструкцій РЕЗ. Вплив вологи на органічні матеріали.

30 Вплив вологи на метали. Види корозії.

31 Вплив вологи на ІМС.

32 Для яких кліматичних умов обов'язковий захист від підвищеної вологи?

33 Вплив пилу та способи пилозахисту.

34 Способи герметизації. У чому полягає індивідуальна герметизація? Її переваги та недоліки.

35 У чому полягає загальна герметизація? Її переваги та недоліки.

36 Класифікація монолітних оболонок.

37 Що таке опресування? Коли воно застосовується?

38 Що таке просочення? Коли воно застосовується?

39 Що таке обволікання? Коли воно застосовується?

40 Що таке заливка? Коли вона застосовується?

41 Наведіть приклади монолітних вологозахисних конструкцій вузлів РЕЗ.

42 Класифікація пустотілих герметизованих корпусів.

43 Вимоги до роз'ємних корпусів з герметизацією за допомогою прокладок.

44 Які матеріали використовуються у якості герметизуючих прокладок? Наведіть розповсюджені форми прокладок.

45 Недоліки роз'ємних корпусів.

46 Особливості конструкцій та застосування обмежено-роз'ємних корпусів.

47 Особливості конструкцій та застосування порожнистих нероз'ємних оболонок.

48 Класифікація покриттів. Металеві покриття та їхнє призначення.

49 Гальванічна сумісність матеріалів.

50 Неметалеві та лакофарбові покриття.

Тема 6. Захист РЕЗ від механічних впливів

1 Статичні та динамічні механічні 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 РЕЗ?

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 від механічних впливів. Що таке механічна міцність та механічна жорсткість?

11 Що таке коефіцієнт динамічності? Як він визначається?

12 У чому полягає демпфування? Як воно реалізується? Недоліки демпфування.

13 У чому полягає частотна селекція? Як вона реалізується?

14 У чому полягає віброізоляція? Амортизація як спосіб забезпечення віброізоляції. Вимоги до амортизаторів.

15 Гумометалеві амортизатори: конструкція, переваги, недоліки.

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

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

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

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

20 Захист РЕЗ від впливу ударів, лінійних прискорень та акустичних шумів. Особливості протиударних амортизаторів.

- 21 Способи забезпечення оптимальної міцності та жорсткості.
- 22 Раціональний вибір форми деталей. Економічні профілі.
- 23 Захист від механічних впливів друкованих плат.
- 24 Стопоріння різьбових з'єднань.
- 25 Захист РЕЗ при транспортуванні.

Тема 7. Захист від електромагнітних завад

1 Що таке електромагнітна завада? Класифікація ЕМЗ в залежності від характеру прояву, причин наведення та шляху поширення.

2 Джерела ЕМЗ природного та штучного походження. ЕМЗ ненавмисні та організовані; зовнішні та внутрішні.

3 Джерела зовнішніх завад штучного походження: транспорт на електричній тязі, лінії електропередач, радіолокаційні станції.

4 Джерела зовнішніх завад штучного походження: передавальні та телевізійні центри, системи супутникового зв'язку, стільникова радіотелефонія.

5 Джерела зовнішніх завад штучного походження: побутові електроприлади, персональні комп'ютери.

6 Джерела внутрішніх завад штучного походження.

7 Завади в сигнальних лініях зв'язку. Поняття "короткої" та "довгої" ліній зв'язку.

8 Завади в "коротких" лініях зв'язку.

9 Завади в "довгих" лініях зв'язку. Що таке узгоджена та неузгоджена лінія зв'язку?

10 Паразитні наведення в "довгих" лініях зв'язку. Методи розведення "довгих" ліній зв'язку.

11 Завади в ланцюгах живлення.

12 Задачі забезпечення заводо захищеності в лініях зв'язку та основні методи їх вирішення.

13 Екранування проводів та кабелів.

14 Що таке ефективність екранування? Як вона визначається?

15 Наведіть різні схеми екранування індуктивних завад та порівняйте їх з точки зору ефективності.

16 Використання протизавадних фільтрів. Наведіть конструкцію феритового фільтра.

17 Застосування індивідуальних згладжуючих конденсаторів.

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

19 Застосування екранів у РЕЗ. Види екранування.

20 Магнітостатичне екранування. Застосування екранів з феромагнітного матеріалу.

21 Магнітостатичне екранування екранами з немагнітних металів.

22 Електростатичне екранування.

23 Електромагнітне екранування.

24 Застосування несучих конструкцій у якості екранів.

25 Забезпечення заводо захищеності друкованих плат.

Тема 8. Забезпечення технологічності

1 Визначення технологічності.

2 Види технологічності

3 Відпрацювання виробів на технологічність на стадіях проєктування.

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?

13 Як оцінюється ступінь уніфікації?

14 Поняття базової несучої конструкції.

15 Забезпечення технологічності деталей, що піддаються механічній обробці.

16 Операції холодного штампування.

17 Загальні технологічні вимоги до конструкції листових холодноштампованих деталей.

18 Технологічні вимоги до конструкції плоских деталей, одержуваних вирубокю та пробиванням.

19 Технологічні вимоги до конструкції плоских деталей, одержуваних згинанням.

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

21 У чому полягає методом лиття під тиском? Його переваги та недоліки.

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

23 Забезпечення технологічності друкованих плат.

24 Забезпечення технологічності складання.

25 Зв'язок виробничої технологічності з умовами виробництва.

Тема 9. Забезпечення надійності та ремонтпридатності

1 Дати визначення надійності.

2 Від яких факторів залежить надійність?

3 Якими показниками характеризується надійність?

4 Які стани об'єкта розрізняють при оцінці надійності?

5 Що таке відмова та ушкодження? Чим вони відрізняються?

6 Класифікація відмов за причиною виникнення.

7 Класифікація відмов за характером зміни параметра.

8 Класифікація відмов за взаємозв'язком та повторюваністю.

9 Класифікація відмов за наявністю зовнішніх ознак та характером усунення.

10 Групи показників надійності.

11 Показники безвідмовності.

12 Показники ремонтпридатності.

13 Показники довговічності.

14 Показники збереженості.

15 Як пов'язані ймовірність безвідмовної роботи та ймовірність відмов?

16 Що таке напрацювання? Види напрацювань.

17 Як визначається напрацювання на відмову?

18 Рекомендуюмі значення напрацювання на відмову для побутової та професійної РЕЗ.

19 Що таке інтенсивність відмов? Як вона визначається?

20 Що показує лямбда-характеристика?

21 Які відмови характерні для періоду припрацювання?

22 Які відмови характерні для періоду нормальної експлуатації?

23 Які відмови характерні для періоду зношування?

24 Що таке резервування? Коли його доцільно застосовувати?

25 Види резервування.

26 Дати визначення ремонтопридатності.

27 Чи завжди треба забезпечувати ремонтопридатність?

Назвіть випадки, коли це недоцільно.

28 Що таке відмова? Ушкодження? Чим вони відрізняються?

29 Наведіть види відмов. Як вони проявляються?

30 Поняття ремонту. Види ремонту.

31 Які види робіт виконують при поточному та профілактичному ремонті?

32 Методи ремонту. У чому полягає ремонт методом заміни та подальшого відновлення?

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

34 У чому полягає ремонт за наявності резервування?

35 Показники ремонтопридатності. Наведіть формулу для визначення середнього часу відновлення.

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

37 Групи факторів, що визначають ремонтопридатність.

38 Що входить до комплексу ЗПП?

39 Класифікація ЗПП.

40 Якими способами можна зменшити час відновлення?

41 Способи зменшення часу виявлення та відшукування несправності.

42 Як вирішуються задачі налаштування та діагностики у сучасних РЕЗ?

43 Способи зменшення часу розбирання та складання виробу.

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

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

46 Як досягається легкодоступність складових частин РЕЗ?

47 Блоки книжкової конструкції.

48 Блоки стелажного типу висувної конструкції.

49 Особливості несучої конструкції, призначеної для комплексного оснащення висувних елементів.

50 Блоки з відкидними та поворотними платами.

Тема 10. Забезпечення ергономіки та технічної естетики

- 1 Система "людина-машина". Які науки пов'язані з цією системою?
- 2 Як відбувається відпрацювання зовнішнього оформлення РЕЗ на етапах проектування?
- 3 Операції, які виконує оператор.
- 4 Які фактори визначають ефективність діяльності оператора?
- 5 Система ергономічних показників.
- 6 Гігієнічні показники. Поняття комфортних, некомфортних та нестерпних параметрів.
- 7 Основні антропометричні характеристики оператора.
- 8 Види робочих поз оператора. Ергономічні вимоги до кожної пози.
- 9 Зони моторного поля при роботі в положенні сидячі.
- 10 Ергономічні вимоги до шаф та стійок при роботі в положенні стоячи.
- 11 Характеристики керуючих рухів.
- 12 Фізіологічні та психофізіологічні показники. Види аналізаторів.
- 13 Зоровий аналізатор та його характеристики.
- 14 Колірне сприйняття ока. Поняття яскравісного та колірною контрасту.
- 15 Колірне коло.
- 16 Параметри, що характеризують здатність ока розрізнити кольори.
- 17 Слуховий аналізатор та його характеристики.
- 18 Шкірні аналізатори.
- 19 Психологічні показники. Здатність людини-оператора сприймати інформацію.
- 20 Класифікація органів керування.
- 21 Кнопкове керування. Вимоги до розмірів та зусиль натискання кнопок.
- 22 Сенсорне керування, його переваги та недоліки.
- 23 Тумблери. Вимоги до їхніх розмірів та зусиль перемикання.
- 24 Регулятори та поворотні перемикачі. Вимоги до їхніх розмірів та зусиль керування.

25 Поворотні та повзункові перемикачі. Вимоги до їхніх розмірів та зусиль перемикання.

26 Одиничні індикатори.

27 Знакосинтезуючі цифрові індикатори.

28 Аналогові індикатори. Класифікація за характером дії та видом шкали.

29 Вимоги до стрілочних індикаторів. Області їхнього застосування.

30 Варіанти організації робочого поля оператора.

31 Загальні ергономічні вимоги до організації робочого поля оператора.

32 Організація робочого місця при роботі з персональним комп'ютером.

33 Принципи розміщення СВІ та ОК.

34 Ергономічні вимоги при проектуванні панелей відображення та керування.

35 Розташування робочих зон на панелях приладів та блоків.

36 Проектування пультів відображення та керування.

37 Основні поняття, терміни та мета технічної естетики.

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

39 Пропорції в композиції. Системи пропорцій.

40 Як будуються розміри в системі пропорцій "золотий переріз"?

41 Поняття ритму в композиції.

42 Масштабність в композиції.

43 Симетрія та асиметрія.

44 Колірна гармонія у конструкціях РЕЗ.

45 Контраст та нюанс як прийоми композиції.

46 Використання колірного кола для формування контрастних та нюансних колірних поєднань.

47 Які впливи надають різні колірні поєднання?

48 Рекомендовані області застосування кольорів ОК, СВІ та пояснювальних написів.

49 Вибір колірної гами панелей та корпусів РЕЗ в залежності від їхнього призначення.

50 Використання структури поверхонь для надання їм спеціальних ефектів.

Тема 11. Патентно-правові вимоги. Комплексна оцінка якості

1 З чого складається сукупність патентно-правових вимог? Для чого слід їх забезпечувати?

2 Що таке патент?

3 Що може бути об'єктом винаходу?

4 Пристрої як об'єкти винаходу. Сукупність характеристик пристроїв.

5 Наявність конструктивного елементу, зв'язки між елементами та їхнє взаємне розташування як характеристики пристроїв.

6 Форма, параметри елементів та їхніх зв'язків як характеристики пристроїв.

7 Способи як об'єкти винаходу. Групи способів.

8 Ознаки характеристики способів.

9 Речовини як об'єкти винаходу.

10 Застосування відомих раніше об'єктів за новим призначенням.

11 Які пропозиції не визнаються об'єктами винаходу?

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

13 Які винаходи не відповідають умові винахідницького рівня?

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

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

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

17 Що відноситься до промислових зразків та товарних знаків?

18 Для чого проводиться комплексна оцінка якості продукції?

19 Методи комплексної оцінки якості.

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

21 Для чого потрібні нормовані показники?

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

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

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

25 Наведіть приклад розрахунку комплексного показника якості.

Тема 12. Організація конструкторських робіт. Правила виконання конструкторської документації

1 Поняття конструкторських документів.

2 Що відноситься до графічних конструкторських документів?

3 Що відноситься до текстових конструкторських документів?

4 Що є основним конструкторським документом для складальних одиниць? Для деталей?

5 Класифікація КД за способом виконання та характером використання.

6 Види КД, що розробляються при проектуванні РЕЗ.

7 Загальні вимоги до виконання графічної КД. Формати.

8 Основний напис – призначення, розташування, вміст.

9 Що таке децимальний номер? Як він формується?

10 Масштаби.

11 Вимоги до розташування елементів креслення на форматі

12 Децимальний номер

13 Класифікація схем за видом.

14 Класифікація схем за типом.

15 Складові частини схем. Загальні правила виконання 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.

22 Правила виконання зображень на детальному кресленні.

23 Правила простановки розмірів та граничних відхилень на детальному кресленні. Простановка розмірів від загальної бази.

24 Правила простановки установчих та приєднувальних розмірів.

25 Вимоги до виконання текстової КД.

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, 3.2) та оформлюються у вигляді звіту до кожної теми.

Практична частина полягає у виконанні індивідуального завдання.

Таблиця 3.1 – Розподіл питань за варіантами до тем 1 – 4, 6 – 8, 11, 12

| 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 |

Таблиця 3.2 – Розподіл питань за варіантами до тем 5, 9, 10

| Варіант | Номери питань | | | | |
|----------------|----------------------|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 11 | 21 | 31 | 41 |
| 2 | 2 | 12 | 22 | 32 | 2 |
| 3 | 3 | 13 | 23 | 33 | 43 |
| 4 | 4 | 14 | 24 | 34 | 44 |
| 5 | 5 | 15 | 25 | 35 | 45 |
| 6 | 6 | 16 | 26 | 36 | 46 |
| 7 | 7 | 17 | 27 | 37 | 47 |
| 8 | 8 | 18 | 28 | 38 | 48 |
| 9 | 9 | 19 | 29 | 39 | 49 |
| 10 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 11 | 10 | 11 | 30 | 31 | 50 |
| 12 | 9 | 12 | 29 | 32 | 49 |
| 13 | 8 | 13 | 28 | 33 | 48 |
| 14 | 7 | 14 | 27 | 34 | 47 |
| 15 | 6 | 15 | 26 | 35 | 46 |
| 16 | 5 | 16 | 25 | 36 | 45 |
| 17 | 4 | 17 | 24 | 37 | 44 |
| 18 | 3 | 18 | 23 | 38 | 43 |
| 19 | 2 | 19 | 22 | 39 | 42 |
| 20 | 1 | 20 | 21 | 40 | 41 |
| 21 | 1 | 12 | 23 | 34 | 50 |
| 22 | 2 | 13 | 24 | 35 | 49 |
| 23 | 3 | 14 | 25 | 37 | 48 |
| 24 | 4 | 15 | 28 | 36 | 47 |
| 25 | 5 | 16 | 27 | 39 | 46 |

Відповіді на питання для самостійної роботи можна знайти у конспекті лекцій з курсу 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.

3.3.2 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 пігіршується, 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.п.

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 і-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), ГГб | α_1 | 0,25 | 128 | 64 | 256 |
| Оперативна пам'ять (RAM), ГГб | 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 ГОСТ 2.001:2006 ЄСКД. Загальні положення. [На заміну ГОСТ 2.001-93, IDT; чинний від 2007–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 9 с.
2. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення. [На заміну ГОСТ 2.052-2006, IDT; чинний від 2007–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 18 с.
3. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи. [На заміну ГОСТ 2.104-2006, IDT; чинний від 2007–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 23 с.
4. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів. [На заміну ГОСТ 2.307-2011, IDT; чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 42 с.
5. ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 Єдина система конструкторської документації. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 30 с.
6. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. правила виконання електричних схем. [На заміну ГОСТ 2.702-2011, IDT; чинний від 2013–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 30 с.
7. ДСТУ 3943-2000 Дизайн і ергономіка. Склад, виклад та зміст документації. [Чинний від 2001–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 38 с.
8. 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.
9. 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.

10. 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.
11. ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Технические требования и методы испытаний в части механических и климатических воздействий [Взамен ГОСТ 11478-83; введ. 1990-01-01]. Изд-во стандартов, 1993. 44 с.
12. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды [Введ. 1971-01-01]. М. : Стандартиформ, 2006. 60 с.
13. Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів : конспект лекцій за курсом. Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2014. 99 с.
14. 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.
15. Ганжа С.М. Основи конструювання електронних засобів : підручник. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2011. 491 с.
16. Нікольський О.І. Ергономіка і дизайн мікроелектронної апаратури : навч. посіб. Вінниця : Вінниц. держ. техн. ун-т. 2000. 124 с.
17. Базовый принцип конструирования РЭА / под. ред. Е.М. Парфенова. М. : 1981, 216 с.
18. Сиверцев И.Н. Расчет и проектирование судовых конструкций. М. : 1988, 514 с.
19. Грейнер Л.К. Основы методологии проектирования электрических аппаратов. М. : 1983, 198 с.
20. 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.
21. Задерейко О.В., Панов Л.І., Циганов О.В. Конструювання і технологія радіоелектронної апаратури : навч. посіб. К. : Наука і техніка, 2007. 122 с.

22. ГОСТ 23000-78 Пульты управления. Общие эргономические требования [Введ. 1979-01-01]. Изд-во стандартов, 1979. 12 с.

23. ДСТУ 7390:2013 Дизайн та ергономіка. Вимикачі та перемикачі поворотні. Загальні ергономічні вимоги [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 5 с.

24. Our Products / HQ0XX SERIES (IP67, DIE-CAST ALUMINIUM BOXES). URL : http://php2.twinner.com.tw/site/product_classify/lyn-jkledu-tail/index.php (дата звернення : 08.06.2023).

25. Феритові фільтри серії ZCAT від компанії TDK. URL : <https://www.chipdip.am/news/tdk-zcat-ferrite-filters> (дата звернення : 08.06.2023).

26. Силовая електроніка. URL : <https://power-e.ru/emc/ekranirovanie/> (дата звернення : 08.06.2023).