

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**



**РОБОЧА ПРОГРАМА ТА**  
**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до самостійної, контрольної та індивідуальної роботи з  
дисципліни

**"Методи та засоби дослідження РЕЗ"**

для студентів спеціальності  
172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми  
«Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні  
технології мікросистемної радіоелектронної техніки»)  
усіх форм навчання

Робоча програма та методичні вказівки до самостійної, контрольної та індивідуальної роботи з дисципліни "Методи та засоби дослідження РЕЗ" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Поспеева І.Є., Шило Г.М. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 22 с.

Укладач :       Поспеева Ірина Євгенівна, ст. викладач,  
                  Шило Галина Миколаївна, канд. техн. наук, доцент,  
зав. каф. ІТЕЗ

Рецензент:      Фарафонов Олексій Юрійович, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: Шило Галина Миколаївна, канд. техн. наук,  
доцент, зав. каф. ІТЕЗ

Розглянуто  
на засіданні кафедри ІТЕЗ  
протокол № 12 від 26.06.18 р.

Затверджено  
на засіданні НМК ФРЕТ  
протокол № 1 від 23.08.18 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....	6
1.1 Мета вивчення дисципліни.....	6
1.2 Задачі вивчення дисципліни.....	6
1.3 Рекомендації з вивчення дисципліни .....	6
2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	7
2.1 Програма навчальної дисципліни .....	7
2.2 Питання для самостійної роботи.....	9
3 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ.....	14
4 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ РЕА НА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ .....	15
4.1 Загальні відомості .....	15
4.1.1 Вимоги до показників призначення РЕА .....	15
4.1.2 Вимоги до стійкості РЕА до механічних та кліматичних впливів ...	15
4.2 Завдання на підготовку до роботи .....	19
4.3 Контрольні запитання .....	19
4.4 Порядок проведення роботи.....	20
4.5 Зміст звіту .....	21
ЛІТЕРАТУРА .....	22

## ВСТУП

Випробування РЕЗ являють собою експериментальне визначення при різних впливах кількісних і якісних характеристик виробів при їх функціонуванні. При цьому як самі вироби, так і впливи можуть бути змодельовані.

Цілі випробувань різні на різних етапах проектування і виготовлення РЕА. До основних цілей випробування, загальних для всіх видів РЕА, можна віднести:

- вибір оптимальних конструктивно-технологічних рішень при створенні нових виробів;
- доведення виробів до необхідного рівня якості;
- об'єктивна оцінка якості виробів при їх постановці на виробництво, в про-процесі виробництва і при технічному обслуговуванні;
- прогнозування гарантованого терміну служби.

Випробування служать ефективним засобом виявлення прихованих випадкових дефектів матеріалів і елементів конструкції, не виявлених методами технічного контролю. За результатами випробувань виробів у виробництві можна встановити причини зниження якості. Якщо ці причини встановити не вдається, вдосконалюють методи і засоби контролю виробів і ТП їх виготовлення.

На кінцевих етапах ТП виготовлення виробу можуть проводитися попередні випробування. Для них вибирають такі режими, щоб вони забезпечували відмови виробів, що містять приховані дефекти, і в той же час не виробляли ресурсу тих виробів, які не містять дефектів. Ці випробування часто називають технологічними тренуваннями (термострумове тренування, електротренування, термоциклічне тренування та ін.).

Після вивчення дисципліни "Методи та засоби дослідження РЕЗ" студенти повинні

**знати:**

- класифікацію випробувань;
- методики проведення випробувань;
- класифікацію та види устаткування для випробувань;

**вміти:**

- формувати вимоги до випробувань на підставі технічних вимог до виробу;
- розробляти програму й методики лабораторних випробувань конкретних виробів що враховують вплив зовнішніх факторів, яким може піддаватися виріб у процесі експлуатації;
- проводити обґрунтований вибір іспитового устаткування й засобів виміру;
- робити метрологічну експертизу іспитового устаткування й засобів виміру.

Вивчення дисципліни базується на знаннях таких дисциплін, що передбачені навчальним планом підготовки бакалаврів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»: "Основи проектування електронної апаратури", "Зовнішні впливи на електронні апарати та засоби захисту".

## **1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **1.1 Мета вивчення дисципліни**

Метою дисципліни є вивчення основ теорії випробувань та устаткування для випробувань та засобів виміру, що дозволяють відтворити умови зовнішніх впливів, а також отримання практичних навичок розробки програм й методик випробувань.

### **1.2 Задачі вивчення дисципліни**

У процесі вивчення дисципліни студент повинен сформувати знання щодо ролі випробувань у справі підвищення якості радіо-, електронно-обчислювальної та мікросистемної техніки, методів її випробувань на впливи різноманітних зовнішніх факторів та обладнання для їх проведення для забезпечення якості виробів.

### **1.3 Рекомендації з вивчення дисципліни**

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

Вивчення курсу завершується складанням іспиту за умови успішного виконання усіх складових курсу.

Самостійне вивчення матеріалу слід проводити згідно з програмою навчальної дисципліни та питаннями до самостійної роботи, що наведені у розділі 2, 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 теми;
- виконання контрольного завдання, яке відноситься до теми, що вивчається.

**Студенти денної форми навчання виконують індивідуальне завдання.**

**Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу.**

## 2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### 2.1 Програма навчальної дисципліни

Програмою даної дисципліни передбачається вивчення наступних тем.

**Тема 1.** Поняття якості.

- Підвищення якості виробів.
- Властивості, що визначають якість: конструктивні, технологічні, економічні, ергономічні.
- Групи показників якості.
- Випробування – експериментальне визначення кількісних і якісних властивостей об'єктів випробувань.

**Тема 2 .** Роль випробувань і контролю в підвищенні якості виробів радіоелектроніки.

- Визначення завдань випробувань та їхня відмінність від контролю.
- Робота міжнародних і національних організацій з уніфікації методик та засобів випробувань.

**Тема 3.** Фактори, що визначають якість виробів на стадіях їх життєвого циклу.

- Зовнішні фактори та внутрішні фактори, що впливають на електронну апаратуру.
- Класифікація факторів, причини їх виникнення, основні параметри.

**Тема 4.** Основи теорії випробувань.

- Класифікація випробувань, проведених на стадіях досліджень, проектування й виготовлення: по призначенню, за умовами (місцем) проведення, по тривалості й величинам навантажень, що виникають, по принципах здійснення, по ступеню впливу, по виду впливу, по обумовлених характеристиках об'єкта, по стадіях життєвого циклу виробу.

**Тема 5.** Класифікація та критерії відмов.

- Поняття відмови, пошкодження й дефекту.
- Причини та наслідки відмов.

- Зміст методики проведення випробувань.

**Тема 6.** Випробування на механічні впливи.

• Мета та умови проведення випробувань на механічні впливи.

- Особливості випробувань.
- Структурні схеми установок для випробувань, їхня класифікація та основні параметри.

- Методики випробувань.

**Тема 7.** Випробування на кліматичні впливи.

Мета та умови проведення випробувань на кліматичні впливи.

- Особливості випробувань.
- Структурні схеми установок для випробувань, їхня класифікація та основні параметри.

- Методики випробувань.

**Тема 8 .** Випробування на біологічні, хімічні та технологічні впливи.

Мета та умови проведення випробувань на біологічні, хімічні та технологічні впливи.

- Особливості випробувань.
- Структурні схеми установок для випробувань, їхня класифікація та основні параметри.

- Методики випробувань.

**Тема 9.** Випробування на космічні й радіаційні впливи.

- Мета та умови випробувань на космічні впливи.

- Особливості устаткування для випробувань.

- Методика проведення випробувань.

**Тема 10.** Випробування на надійність.

Мета контрольних випробувань на показники надійності.

- Контрольні випробування на надійність, випробування на безвідмовність, ремонтпридатність, збереження, довговічність.

- Плани випробувань.

- Особливості програми випробувань на надійність.

**Тема 11.** Автоматизація й метрологічне забезпечення випробувань.

- Принцип побудови центральних іспитових станцій (ЦІС).

- Призначення й принципи побудови ЦІС.



- Перспективи використання ЦІС.
- Автоматизація випробувань.
- Метрологічне забезпечення випробувань.

## 2.2 Питання для самостійної роботи

1 Властивості, що визначають якість: конструктивні, технологічні, економічні, ергономічні. Групи показників якості.

2 Експериментальне визначення кількісних і якісних властивостей об'єктів. Поняття випробувань. Роль випробувань і контролю в підвищенні якості виробів радіоелектроніки.

3 Завдання випробувань та їхня відмінність від контролю. Робота міжнародних і національних організацій з уніфікації методик та засобів випробувань.

4 Класифікація факторів, що визначають якість виробів на усіх стадіях їх життєвого циклу.

5 Зовнішні фактори, що впливають (ЗВФ). Дія навколишнього середовища (біологічні, радіаційні, космічні фактори), особливості експлуатації, пов'язані з місцем установки виробу та умовами його транспортування.

6 Внутрішні фактори – процеси старіння та зношення.

7 Механічні фактори, що впливають. Причини виникнення механічних впливів: вібрацій (гармонійних, періодичних та випадкових), лінійних прискорень, акустичних шумів.

8 Особливості впливу акустичних шумів, вібрації, лінійних прискорень і одиночних ударів.

9 Основні параметри, що характеризують механічні впливи.

10 Кліматичні фактори, що впливають.

11 Кліматоутворюючі фактори радіаційний режим, циркуляція атмосфери, волого обіг, фізико-географічні умови Землі.

12 Основні параметри, що характеризують клімат: атмосферний тиск, температура, вологість, інтенсивність дощу, діапазон електромагнітних хвиль, що випромінюються сонцем, швидкість вітру та ін.

13 Біологічні фактори, що впливають. Вплив цвілевих грибів, мікроорганізмів, комах і гризунів. Умови інтенсифікації біологічних впливів.

14 Космічні й радіаційні фактори, що впливають. Метеоритні впливи. Вплив невагомості, космічного високого вакууму та криогенної температури.

15 Радіаційні впливи. Природна (космічна) та штучна радіація.

16 Класифікація випробувань.

17 Поняття про граничні випробування й перспективи їхнього використання. Мета прискорення випробувань та їхньої особливості.

18 Математична модель прискорених випробувань. Випробування методами математичного моделювання.

19 Способи проведення випробувань: послідовні, паралельні, послідовно-паралельні та комбіновані.

20 Зміст програми випробувань

21 Мета та умови проведення випробувань на вплив вібрації. Визначення резонансних частот випробуваних виробів і перевірки їхньої відсутності, випробування на вібростійкість та віброміцність.

22 Структурна схема установки для випробувань на вплив вібрації.

23 Класифікація та основні параметри установок.

24 Засоби вимірів параметрів вібрації, їхня класифікація й основні параметри. Рекомендації із застосування. Методи випробувань.

25 Мета та умови проведення випробувань на вплив одиночних і багаторазових ударів. Особливості випробувань на ударостійкість і удароміцність.

26 Структурна схема ударної установки.

27 Класифікація установок одиночних і багаторазових ударів, їхні основні параметри.

28 Засоби вимірів параметрів удару, їхня класифікація та основні параметри. Рекомендації із застосування установок і засобів вимірів. Методи випробувань на ударні впливи.

29 Мета та умови проведення випробувань на вплив лінійних прискорень, структурна схема установки лінійного прискорення.

30 Основні параметри центрифуг.

31 Засоби вимірів лінійних прискорень. Методи випробувань на лінійні прискорення. Особливості установок і кріплення виробів на столі центрифуги.

32 Мета та умови проведення випробувань на вплив акустичних шумів.

33 Структурна схема іспитового устаткування та його основні параметри. Джерела акустичного шуму. Засоби виміру акустичного шуму.

34 Вимірювальні мікрофони. Методи випробувань на вплив акустичного шуму.

35 Умови забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) випробуваних виробів та устаткування для механічних випробувань.

36 Основні параметри віброперетворювачів

37 Основні критерії оцінки безконтактних віброперетворювачів.

38 П'єзоэффект та його основні параметри. Класифікація п'єзоелектричних віброперетворювачів за принципом дії.

39 Принцип дії електретних віброперетворювачів.

40 Умови вимірювань за допомогою електретних віброперетворювачів.

41 Кліматичні випробування. Класифікація кліматичних камер та їхні основні параметри. Основні фізичні закономірності, що лежать в основі регулювання.

42 Структурна схема автоматичного регулювання температури та вологості в камерах.

43 Мета та умови проведення випробувань на вплив підвищеної температури. Способи нагрівання. Класифікація засобів виміру температури повітря в камерах та їхні основні властивості. Методи випробувань.

44 Мета та умови проведення випробувань на вплив зниженої температури. Способи охолодження. Датчики на мінусові температури. Методи випробувань.

45 Мета та умови проведення випробувань на вплив циклічної зміни температур та термоудар. Особливості комбінованих камер. Термодатчики. Особливості автоматичного регулювання. Методи випробувань.

46 Мета та умови проведення випробувань на вплив підвищеної вологості. Класифікація й основні параметри камер. Способи одержання підвищеної вологості. Засоби виміру підвищеної вологості. Автоматичне регулювання вологості. Методи випробувань: тривалі, прискорені та короткочасні.

47 Мета та умови проведення випробувань на вплив сонячного випромінювання. Камери сонячної радіації. Джерела й засоби вимірів сонячного випромінювання. Методи випробувань.

48 Мета та умови проведення випробувань на вплив соляного (морського тумана). Камери та їхні основні параметри. Способи одержання морського тумана. Засоби вимірів. Методи випробувань.

49 Мета та умови проведення випробувань на вплив зниженого й підвищеного атмосферного тиску. Барокамери. Термобарокамери. Основні параметри іспитових режимів. Взаємозв'язок параметрів тиску та температури. Засоби вимірів. Методи випробувань.

50 Мета та умови проведення випробувань на статичний і динамічний вплив пилу. Камери пилу і їхні основні параметри. Способи одержання пилу в камерах. Засоби оцінки ступеня впливу пилу на вироби. Склад пилової суміші. Методи випробувань.

51 Мета та умови проведення випробувань на водонепроникність, водозахищеність, краплезахищеність, на вплив дощу й гідростатичного тиску. Устаткування для випробування: ванни, баки, камери дощу та інші види. Засоби виміру параметрів іспитових режимів. Методи випробувань.

52 Мета та умови проведення випробувань комбіновані впливи: кліматичних факторів та клімомеханічних факторів.

53 Мета та умови випробувань на вплив цвілевих грибів. Особливості камер. Состав і контроль спорової суспензії. Способи оцінки результатів випробувань. Метод випробувань.

54 Мета та умови випробувань на корозійно-активний вплив. Принципи побудови камер на спільний вплив агресивного газу, вологості й температури.

55 Засоби вимірів параметрів агресивних газів. Методи випробувань. Періодичний і безперервний вплив. Способи прискорення процесів випробувань.

56 Мета та умови випробувань на космічні впливи. Особливості устаткування для випробувань. Устаткування для випробувань на невагомість. Контроль впливу невагомості. Устаткування та засоби вимірів для випробувань на вплив космічного вакууму та криогенних температур. Методика проведення випробувань. Випробування на комбінований вплив космічних факторів.

57 Мета та умови випробувань на радіаційні (іонізуючі) впливи. Устаткування для відтворення випробувань: прискорювачі, бетатрони, ізотопні джерела, рентгенівські установки. Основні параметри та характеристики. Способи керування установками. Засоби вимірів та реєстрації параметрів. Методи випробувань.

58 Мета випробувань на технологічні впливи. Випробування на вплив середовищ заповнення, на герметичність, здатність до пайки, теплостійкість при пайці, на безпеку, на вплив ряду технологічних факторів на виробу.

59 Принципи побудови деяких видів устаткування. Засоби вимірів. Можливі методи.

60 Автоматизація й метрологічне забезпечення випробувань.

Під час самостійної підготовки слід користатися методиками, що наведені у [1 - 4], матеріалами, що наведені у [5 - 8], а також даними методичними вказівками .

### **3 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ**

Студенти денної форми навчання в процесі самостійного вивчення дисципліни виконують індивідуальну роботу.

Студенти заочної форми навчання в процесі самостійного вивчення дисципліни виконують контрольну роботу.

Індивідуальна (контрольна) робота полягає у виконанні практичного завдання на тему: "Методи випробувань РЕА на зовнішні впливи"

При виконанні індивідуальної (контрольної) роботи рекомендується користуватися нормативно-технічною документацією [1 - 4], вказаною літературою [5 - 8] та даними методичними вказівками. Крім того, допускається користуватися будь-якою доступною навчальною і технічною літературою.

## 4 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ РЕА НА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ

**Мета роботи:** ознайомлення з НТД, що регламентує методи випробувань РЕА на зовнішні впливи, отримання практичних навичок у складанні методик випробувань.

### 4.1 Загальні відомості

#### 4.1.1 Вимоги до показників призначення РЕА

Ця група вимог встановлює основні технічні характеристики виробу, що визначають його цільову направленість:

- радіотехнічні характеристики функціонального призначення (режими роботи, параметри сигналів, вхідні та вихідні характеристики тощо),

- експлуатаційні показники технічної ефективності, що визначають основні конструкторські рішення (діапазон частот, потужність тощо),

- класифікаційна характеристика об'єкта установки, яка проводиться за класами, групами та підгрупами використання у відповідності до табл. 4.1.

#### 4.1.2 Вимоги до стійкості РЕА до механічних та кліматичних впливів

У відповідності зі стандартом ГОСТ 15150 - 69 в залежності від району можливої експлуатації РЕА розрізняють дев'ять основних кліматичних виконань виробів.

**Виконання У** – для районів з помірним кліматом зі середньорічними екстремумами температури  $-45^{\circ}\text{C}$ ,  $+40^{\circ}\text{C}$ .

**Виконання УХЛ** – для районів з помірним та холодним кліматом при середньорічному мінімумі температури нижче  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 4.1 – Класифікаційна характеристика РЕА

Клас використання	Група використання	Підгрупа використання	Група виконання
РЕА наземна	Стаціонарна	Побутова	4 групи виконання
		Професіна	7 груп виконання
	Рухома (возима)	Побутова	4 групи виконання
		Професіна	7 груп виконання
	Носима (переносна)	Побутова	4 групи виконання
		Професіна	7 груп виконання
РЕА морська	Судова (корабельна)		1 група – розміщення у внутрішніх приміщеннях
			2 група – розміщення на відкритих палубах
	Буйкова		
РЕА бортова	Літакова		7 груп виконання
	Ракетна		
	Космічна		

**Виконання ТВ** – для районів з вологим тропічним кліматом, при якому сполучення температури, що дорівнює або вища за +20оС, та вологості, що дорівнює або вища за 80%, спостерігається не менш 12 год. на добу на протязі двох або більше місяців у році.



**Виконання ТС** – для районів з сухим тропічним кліматом з середньорічною температурою, що дорівнює або вища за +40оС, та які не віднесені до районів з вологим тропічним кліматом.

**Виконання М** – для районів з помірно холодним морським кліматом, що включає до себе моря, океани та прибережні території, які розташовані північніше 30о північної широти та південніше 30о південної широти.

**Виконання ТМ** – для районів з тропічним морським кліматом, що включає до себе моря, океани та прибережні території, які розташовані між 30о північної широти та 30о південної широти.

**Виконання О** – загальнокліматичне виконання для суходолу (крім Антарктиди).

**Виконання ОМ** – загальнокліматичне морське виконання для судів з необмеженим районом плавання.

**Виконання В** – всекліматичне виконання для суходолу та моря (крім Антарктиди).

Крім того, стандарт передбачає категорії розміщення РЕА на об'єкті експлуатації, що наведені у табл.. 4.2.

Таким чином, в залежності від умов експлуатації та розміщення РЕА на об'єкті на неї встановлюються нормативні кліматичні та механічні впливи, а також відповідні методи проведення випробувань на стійкість та міцність апаратури до цих впливів.

Ці норми та методи випробувань наведені у відповідних НТД в залежності від класу, групи та підгрупи використання. Нижче наведені деякі з них.

Таблиця 4.2 – Категорії розміщення РЕА на об'єкті експлуатації

Узагальнені категорії розміщення	Додаткові категорії розміщення
1. Для експлуатації на відкритому повітрі	1.1 Для роботи та експлуатаційного зберігання у приміщеннях категорії 4 та для короткочасної роботи в інших умовах, у тому числі й на відкритому повітрі
2. Для експлуатації під накриттям та на об'єктах, де коливання температури або вологості несуттєво відрізняються від умов відкритого повітря	2.1 Для вбудованих елементів виробів категорії розміщення 1, 1.1, 2 при умові відсутності на них конденсації вологи
3. Для експлуатації у закритих приміщеннях з природною вентиляцією без кондиціонування	3.1 У нерегулярно опалювальних приміщеннях
4. Для експлуатації у приміщеннях з штучним кліматом	4.1 При кондиціонуванні (частковому кондиціонуванні)
	4.2 У опалювальних приміщеннях
5. Для експлуатації у приміщеннях з підвищеною вологістю (підвалах, шахтах, трюмах з наявністю води)	5.1 Для вбудованих елементів виробів категорії розміщення 5 при умові відсутності на них конденсації вологи

**ГОСТ 11478 – 88.** Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов.

**ГОСТ 16019 – 78.** Радиостанции сухопутной подвижной службы. Требования по устойчивости к климатическим и механическим воздействиям и методы испытаний.

**ГОСТ 21552 – 84.** Средства вычислительной техники. Общие технические требования, правила приемки, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

**ГОСТ 16962.1 – 89.** Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам.

У кожному з цих документів в залежності від умов експлуатації та категорії розміщення наводяться групи, для яких задаються конкретні значення нормативних кліматичних та механічних впливів та методики випробувань апаратури на стійкість та міцність до цих впливів.

## **4.2 Завдання на підготовку до роботи**

Ознайомитися з методичними вказівками до лабораторної роботи та необхідною НТД.

## **4.3 Контрольні запитання**

4.3.1 Які групи вимог до показників призначення РЕА Ви знаєте?

4.3.2 Які групи вимог до стійкості РЕА до механічних та кліматичних впливів Ви знаєте? Яким документом вони регламентуються?

4.3.3 Назвіть основні кліматичні виконання виробів.

4.3.4 Назвіть категорії розміщення РЕА на об'єкті експлуатації.

4.3.5 Що таке стійкість апаратури до механічних та кліматичних впливів?

4.3.6 Що таке міцність апаратури до механічних та кліматичних впливів?

4.3.7 Назвіть групи побутової апаратури.

4.3.8 Назвіть групи радіостанцій сухопутної рухомої служби.

4.3.9 Назвіть групи засобів обчислювальної техніки.

#### 4.4 Порядок виконання роботи

4.4.1 Отримати у викладача об'єкт дослідження.

4.4.2 Визначити клас, групу та підгрупу використання. Відповідно до цього вибрати потрібну НТД.

4.4.3 Визначити кліматичне виконання об'єкта дослідження та категорію його розміщення.

4.4.4 Скласти перелік основних зовнішніх впливаючих факторів (ЗВФ), що впливатимуть на об'єкт дослідження у процесі експлуатації.

4.4.5 Проранжувати ЗВФ, що впливатимуть на об'єкт дослідження у процесі експлуатації за ступенем дії.

4.4.6 З відповідних НТД вибрати чисельні значення нормативних кліматичних та механічних впливів, що діють на об'єкт дослідження.

4.4.7 З відповідних НТД вибрати методики випробувань об'єкта дослідження на стійкість та міцність до кліматичних та механічних впливів.

Завдання на роботу (об'єкти дослідження) наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Завдання на роботу

Варіант	Об'єкт дослідження
1	2
1	Музичний центр
2	Системний блок комп'ютера
3	MP3 плеєр
4	Радіостанція професійна бортова (B4)
5	Телевізор
6	Ноутбук
7	Радіостанція професійна штабна (C1)
8	DVD-плеєр
9	Планшет
10	Клавіатура
11	Осцилограф
12	Радіостанція професійна штабна (C2)

Продовження табл. 4.3

1	2
13	Багатофункціональний частотомер
14	Мобільний телефон
15	"Автосторож"
16	Радіостанція професійна бортова (B5)
17	Електронний настінний годинник
18	Радіотелефон
19	Вимірювач рівня радіації
20	Радіостанція професійна для річкових судів (B5)
21	Зарядний пристрій для автомобільної батареї
22	GPS-навігатор
23	Пристрій контролю знань
24	Блок управління системою водопостачання садової ділянки
25	Радіостанція професійна індивідуальна (P6)
26	Годинник електронний наручний
27	Автомат управління вуличним освітленням
28	Радіостанція професійна індивідуальна (H7)
29	Світлодинамічна іграшка
30	Автомагнітола

Примітка. Завдання може бути змінене за вказівкою викладача.

#### 4.5 Зміст звіту

4.5.1 Тема та мета роботи.

4.5.2 Відповіді на контрольні запитання.

4.5.3 Результати аналізу запропонованого віброперетворювача.

4.5.4 Висновки з роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

1 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.

2 ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Технические требования и методы испытаний в части механических и климатических воздействий.

3 ГОСТ 16019 – 78. Радиостанции сухопутной подвижной службы. Требования по устойчивости к климатическим и механическим воздействиям и методы испытаний.

4 ГОСТ 21552-84 Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

5 В.К. Федоров, Н.П. Сергеев, А.А. Кондрашин. Контроль и испытания в проектировании и производстве РЭС. М.: Техносфера, 2005. – 504 с.

6 Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование: Учеб. пособие для вузов /О.П. Глудкин, А.Н. Енгальчев, А.И. Коробив, Ю.В. Трегубов; Под ред. А.И. Коробова.-М.: Радио и связь, 1987.-272 с.: ил.

7 Глудкин О.П.Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС.- М.: Вища школа, 1991.-336 с.

8 Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Грозин и др. под ред. проф. К.Б. Круковского-Синевича. Киев.: Вища школа, 1992

9 Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре.- М.:Сов. Радио, 1971.-344 с.

10 Карпушин В.Б. Виброшумы радиоаппаратуры. - М.: Сов. радио, 1977.-320 с.