

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра електроніки, робототехніки і технологій  
моніторингу та інтернету речей

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної  
роботи

 А. Полухін  
«04» 11 2020 р.



Система менеджменту якості  
**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни  
**«Мікрохвильова електроніка»**

Галузь знань: 17 «Електроніка і телекомунікації»  
Спеціальність: 171 «Електроніка»  
Освітньо-професійна програма: «Електронні системи»

Курс – 3,4 Семестр – 6,7

Лекції – 66 Екзамен – 6,7 семестр  
Лабораторні заняття – 66  
Практичні заняття – 33  
Самостійна робота – 165  
Усього (годин/кредитів ECTS) – 330/11

Домашнє завдання (1) – 6 семестр  
Курсовий проект – 7 семестр

Індекс: НБ-2-171-1/17-1.19

**СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020**



Робочу програму навчальної дисципліни «Мікрохвильова електроніка» розроблено на основі освітньої програми та навчальних планів № НБ-2-171-1/17, 2017 № 1 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» та освітньо-професійними програмами «Електронні системи», «Електронні прилади та пристрої», «Електронні технології інтернету речей» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:  
професор кафедри електроніки,  
робототехніки і технологій  
моніторингу та інтернету речей \_\_\_\_\_  
доцент кафедри електроніки,  
робототехніки і технологій  
моніторингу та інтернету речей \_\_\_\_\_

Л. Сібрук

О. Задорожний

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» освітньо-професійних програм «Електронні прилади та пристрої», «Електронні системи» та «Електронні технології інтернету речей» – кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, протокол № 16 від «19» 10 2020 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 3 від «26» 10 2020 р.

Голова НМРР \_\_\_\_\_

О. Голубничий

УЗГОДЖЕНО  
Декан ФАЕТ

І. Мачалін

«26» 10 2020 р.

Рівень документа – 36

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**



## ЗМІСТ

сторінка

### Вступ

#### 1. Пояснювальна записка

1.1 Заплановані результати 4

1.2. Програма навчальної дисципліни 4

#### 2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Структура навчальної дисципліни 8

2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг 10

2.3. Лабораторні заняття, їх тематика і обсяг 11

2.4. Практичні заняття, їх тематика і обсяг 12

2.5. Самостійна робота студента, її зміст та обсяг 13

2.5.1. Домашнє завдання. 13

2.5.2. Курсовий проект 13

#### 3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни

3.1. Методи навчання 14

3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) 14

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті 14

#### 4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь.

4.1. Методи контролю та схема нарахування балів 15



## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни розробляється на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни», затверджених розпорядженням № 106/роз від «13» \_\_07\_\_2017р. та відповідних нормативних документів.

### 1. Пояснювальна записка

#### 1.1. Заплановані результати.

**Місце** даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та умінь, що формують профіль фахівця з електроніки в області електронних систем, приладів та пристроїв.

**Метою** викладання дисципліни є створення можливостей оволодіння основами теорії і практики побудови генераторів сигналів і приймачів, які в значній мірі визначають технічні і якісні характеристики електронних систем. В системі підготовки дисципліна займає особливе місце, тому що вона формує науково-технічний світогляд спеціаліста з електроніки.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення методів та технічних засобів генерації, формування, приймання та оброблення сигналів, в тому числі модуляції та демодуляції, кодування та декодування;
- оволодіння методами побудови та технологіями виготовлення мікрохвильових електронних приладів та систем;
- оволодіння методами аналізу мікрохвильових електронних засобів різного призначення, що експлуатуються в реальних умовах;
- дослідження методів і способів вимірювання параметрів та характеристик мікрохвильової електронної апаратури.

**Компетентності**, які повинен набути студент в результаті вивчення навчальної дисципліни:

1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

3. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

4. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

5. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності, а також експлуатації електронних систем.



6. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

7. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

8. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

9. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем.

#### **Міждисциплінарні зв'язки.**

Навчальна дисципліна «Мікрохвильова електроніка»

базується на таких дисциплінах, як: «Вища математика», «Фізика», «Основи теорії електромагнітних хвиль», «Електродинамічні пристрої», «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів», «Теорія електричних кіл», «Вимірювальна техніка та основи метрології», «Силова електроніка», «Основи математичного моделювання електронних пристроїв»;

пов'язана з такими дисциплінами, як «Антенні пристрої», «Основи телевізійних систем»;

є базою таких дисциплін, як: «Електронні системи», «Основи конструювання електронних пристроїв», «Основи телекомунікаційних пристроїв та систем», «Електромагнітна сумісність електронних пристроїв та систем», та інших.

#### **1.2. Програма навчальної дисципліни.**

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 "Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)";
- навчального модуля №2 "Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах";
- навчального модуля №3 "Системотехніка пристроїв приймання та обробки сигналів (ППОС). Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів";
- навчального модуля №4 "Післядетекторні функціональні вузли (ФВ). Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення",

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим п'ятим модулем є курсовий проект (КП), який студент виконує в сьомому семестрі. КП є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

**Модуль №1 «Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)»**



## **Тема 1. Вступ. Загальні відомості про пристрої генерування та формування сигналів.**

Зміст дисципліни. Призначення радіопередавачів, структурні схеми радіопередавачів

## **Тема 2. Параметри і характеристики активних елементів (АЕ) високочастотного тракту передавача.**

Конструктивні особливості генераторних АЕ. Статичні характеристики АЕ та їх апроксимація. Класифікація АЕ. Рівняння підсилювача потужності в статичному режимі.

## **Тема 3. Електровакуумні прилади НВЧ з динамічним керуванням електронним потоком.**

Пролітний клістрон. Основні положення лінійної теорії ЛБХ. Генераторна лампа зворотної хвилі. Будова і принцип дії магнетрона. Тунельний діод. Лавино – пролітний діод. Діод Ганна.

## **Тема 4. Динамічний режим підсилювача потужності радіочастоти (ППРЧ).**

Динамічні характеристики підсилювача потужності радіочастоти (ППРЧ). Гармонічний аналіз косинусоїдальних імпульсів. Навантажувальні характеристики. Фізичні основи побудови ППРЧ.

## **Тема 5. Основні положення розрахунку та побудови схем ППРЧ. Транзисторні ППРЧ.**

Основні особливості використання в ППРЧ. Розрахунок анодного кола в критичному режимі. Зарядова модель біполярного транзистору. Схеми, характеристики і режими роботи транзисторних підсилювачів. Сумісна робота декількох активних елементів в одному каскаді. Настроювання ППРЧ. Включення вимірювальних приладів.

## **Тема 6. Вихідні каскади передавачів. Складання потужностей генераторів.**

Проста схема вихідного каскаду. Складна схема вихідного каскаду. Фільтрація високих гармонічних складових. Загальні положення. Складання потужностей в просторі. Складання потужностей в мостових пристроях.

## **Модуль №2 «Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах»**

### **Тема 1. Автогенератори.**

Структурна схема автоколивальної системи. Фізичні особливості роботи. Умови самозбудження. Схеми автогенераторів. Особливості конструкції генераторних ламп НВЧ. Магнетронний генератор.

### **Тема 2 Стабілізація частоти передавачів**

Причини нестабільності частоти передавача. Дестабілізуючі фактори роботи автогенераторів. Кварцова стабілізація частоти. Збуджувачі ПДП.

### **Тема 3. Керування коливаннями радіочастоти.**

Види модуляції. Амплітудна модуляція. Основні аналітичні вирази. Способи здійснення амплітудної модуляції. Анодна (колекторна) модуляція.

### **Тема 4. Передавачі з кутовою модуляцією.**

Основні поняття. Методи одержання частотної модуляції (ЧМ). ЧМ з допомогою варикапа.

### **Тема 5. Передавачі з односмуговою модуляцією.**



Особливості односмугової модуляції. Методи формування односмугового сигналу. Балансні модулятори. Методи здійснення імпульсно-кодової модуляції. Області використання.

### **Тема 6. Типи модуляції в цифрових каналах передачі даних.**

Амплітудна маніпуляція. Частотна маніпуляція. Фазова маніпуляція. Удосконалені види маніпуляцій. Багатопозиційні прості методи маніпуляції. Багатопозиційні комбіновані види модуляції. Маніпуляція в стільниковому зв'язку.

### **Модуль №3 «Системотехніка пристроїв приймання та обробки сигналів (ППОС). Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів»**

#### **Тема 1. Призначення, вхідні дані, класифікація, показники якості функціонування приймачів.**

Структурна схема пристроїв приймання та обробки сигналів у складі електронної системи. Класифікація приймачів. Критерії якості функціонування приймачів. Параметри приймачів.

#### **Тема 2. Активні та пасивні преселектори.**

Зв'язок вхідної схеми з антеною.  $Y$ -параметри. Еквівалентна схема преселектора. Каскодні схеми преселекторів. Параметри інтегральних схем преселекторів.

#### **Тема 3. Преселектори діапазону НВЧ.**

Регенеративні преселектори. Феритовий циркулятор. Преселектори на тунельному та параметричному діодах. Квантовий преселектор. Преселектор на лампі біжучої хвилі.

#### **Тема 4. Перетворювачі частоти.**

Діодні та транзисторні перетворювачі частоти. Балансні та двобалансні перетворювачі частоти. Перетворювачі частоти на смужкових лініях.

#### **Тема 5. Фільтри.**

Фільтри зосередженої селекції. Синтез аналогових та цифрових фільтрів.

#### **Тема 6. Підсилювачі проміжної частоти.**

Підсилювачі з розподіленою селекцією та підсилювачі у випадку застосування фільтрів із зосередженої селекції.

#### **Тема 7. Розробка лінійного тракту приймача.**

Визначення чутливості, ширини смуги пропускання за сигнальною та проміжною частотами, кількості каскадів. Вибірковість за дзеркальним та сусіднім каналами.

### **Модуль №4 «Післядетекторні функціональні вузли (ФВ). Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення»**

#### **Тема 1. Амплітудний детектор.**

З нелінійним, кореляційним перетвореннями. Синхронний амплітудний детектор. Амплітудний детектор обвідної.

#### **Тема 2. Частотний детектор.**

Спрощені схеми детектора з одиночним та парою контурів. Детектор-дискримінатор. Детектор-дискримінатор з кварцевим резонатором. Детектор відношень (дрібний детектор).

#### **Тема 3. Схеми фазових детекторів.**

Функціональна схема. Детекторна характеристика. Векторовимірні фазові детектори. Схеми балансного і кільцевого детекторів. Цифрові фазові детектори.



#### **Тема 4. Автоматичне регулювання підсилення.**

Схеми з регулюванням коефіцієнта підключення, зміною крутизни активного елемента, зміною еквівалентного навантаження та кількості каскадів. Автоматичне регулювання підсилення у приймачах різного призначення.

#### **Тема 5. Схеми автоматичного регулювання частоти.**

Призначення і класифікація. Елементи автоматичного регулювання частоти. Одноканальна система. Характеристика частотних розпізнавачів і керувачів.

#### **Тема 6. Особливості побудови цифрових приймачів.**

Схеми цифрових приймачів. Квадратурний демодулятор.

#### **Модуль №5 «Курсовий проект»**

У сьомому семестрі студенти виконують курсовий проект (КП), відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в галузі електроніки, які використовуються в подальшому при вивченні багатьох наступних дисциплін професійної підготовки фахівця з базовою та повною вищою освітою

## **2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1. Структура навчальної дисципліни.**

Таблиця 2.1

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)				
		Усього	Лекції	Лабо- раторні	Прак- тичні	СРС
1	2	3	4	5	6	7
<b>6 семестр</b>						
<b>Модуль №1 «Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)»</b>						
1.1	Вступ. Загальні відомості про пристрої генерування та формування сигналів.	3	2	-	-	1
1.2	Параметри і характеристики активних елементів (АЕ) високочастотного тракту передавача.	7	2	-	2	3
1.3	Електровакуумні прилади НВЧ з динамічним керуванням електронним потоком.	14	2	4	2	6
1.4	Динамічний режим підсилювача потужності радіочастоти (ППРЧ).	14	2	4	2	6
1.5	Основні положення розрахунку та побудови схем ППРЧ. Транзисторні ППРЧ.	14	2	4	2	6
1.6	Вихідні каскади передавачів. Складання потужностей генераторів.	13	4	4	-	5
1.7	Модульна контрольна робота № 1	6	2	-	-	4
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>71</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>31</b>
<b>Модуль №2 «Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах»</b>						
2.1	Автогенератори.	7	2	-	2	3
2.2	Стабілізація частоти передавачів	7	2	-	2	3





2.3	Керування коливаннями радіочастоти.	10	2	4	-	4
2.4	Передавачі з кутовою модуляцією.	14	2	4	2	6
2.5	Передавачі з односмуговою модуляцією.	10	2	4	-	4
2.6	Типи модуляції в цифрових каналах передачі даних. Маніпуляція в стільниковому зв'язку.	17	4	4	2	7
2.7	Виконання домашнього завдання	8	-	-	-	8
2.8	Модульна контрольна робота № 2	6	2	-	-	4
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>79</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>39</b>
<b>Усього за 6 семестр</b>		<b>150</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>70</b>
<b>Модуль №3 «Системотехніка ППОС. Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів»</b>						
3.1	Призначення, вхідні дані, класифікація, показники якості функціонування приймачів.	8	2	2	2	2
3.2	Активні та пасивні преселектори.	7	2	4	-	1
3.3	Преселектори діапазону НВЧ.	12	2	4	2	4
3.4	Перетворювачі частоти.	12	2	4	2	4
3.5	Фільтри.	4	2	-	1	1
3.6	Підсилювачі проміжної частоти.	7	2	4	-	1
3.7	Розробка лінійного тракту приймача. Вибірковість за дзеркальним та сусіднім каналами.	8	4	-	2	2
3.8	Модульна контрольна робота № 3	10	2	-	-	8
<b>Усього за модулем №3</b>		<b>68</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>23</b>
<b>Модуль №4 «Післядетекторні ФВ. Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення»</b>						
4.1	Амплітудний детектор.	4	2	-	-	2
4.2	Частотний детектор.	10	2	4	1	3
4.3	Схеми фазових детекторів	11	2	4	2	3
4.4	Автоматичне регулювання підсилення.	12	2	4	2	4
4.5	Схеми автоматичного регулювання частоти.	6	2	-	1	3
4.6	Особливості побудови цифрових приймачів. Квадратурний демодулятор.	14	4	4	2	4
4.7	Модульна контрольна робота № 4	10	2	-	-	8
<b>Усього за модулем №4</b>		<b>67</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>27</b>
<b>Модуль №5 «Курсовий проект»</b>						
5.1	Виконання та захист курсового проекту	45	-	-	-	45
<b>Усього за модулем №5</b>		<b>45</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>45</b>
<b>Усього за 7 семестр</b>		<b>180</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>95</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>330</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>165</b>



## 2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Лекції	СРС
<b>Модуль №1 «Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)»</b>			
1.1	Вступ. Загальні відомості про пристрої генерування та формування сигналів.	2	1
1.2	Параметри і характеристики активних елементів (АЕ) високочастотного тракту передавача.	2	1
1.3	Електровакуумні прилади НВЧ з динамічним керуванням електронним потоком.	2	1
1.4	Динамічний режим підсилювача потужності радіочастоти (ППРЧ).	2	1
1.5	Основні положення розрахунку та побудови схем ППРЧ. Транзисторні ППРЧ.	2	1
1.6	Вихідні каскади передавачів.	2	1
1.7	Складання потужностей генераторів.	2	1
1.8	Модульна контрольна робота №1	2	4
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>16</b>	<b>11</b>
<b>Модуль №2 «Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах»</b>			
2.1	Автогенератори.	2	1
2.2	Стабілізація частоти передавачів	2	1
2.3	Керування коливаннями радіочастоти.	2	1
2.4	Передавачі з кутовою модуляцією.	2	1
2.5	Передавачі з односмуговою модуляцією.	2	1
2.6	Типи модуляції в цифрових каналах передачі даних.	2	1
2.7	Маніпуляція в стільниковому зв'язку.	2	1
2.8	Модульна контрольна робота №2	2	4
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>16</b>	<b>11</b>
<b>Модуль №3 «Системотехніка пристроїв приймання та обробки сигналів (ППОС). Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів»</b>			
3.1	Призначення, вхідні дані, класифікація, показники якості функціонування приймачів.	2	1
3.2	Активні та пасивні преселектори.	2	1
3.3	Преселектори діапазону НВЧ.	2	1
3.4	Перетворювачі частоти.	2	1
3.5	Фільтри.	2	1
3.6	Підсилювачі проміжної частоти.	2	1
3.7	Розробка лінійного тракту приймача.	2	1
3.8	Вибірковість за дзеркальним та сусіднім каналами.	2	1
3.9	Модульна контрольна робота №3	2	8
<b>Усього за модулем №3</b>		<b>18</b>	<b>16</b>
<b>Модуль №4 «Післядетекторні функціональні вузли ФВ. Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення»</b>			
4.1	Амплітудний детектор.	2	1
4.2	Частотний детектор.	2	1



4.2	Схеми фазових детекторів	2	1
4.4	Автоматичне регулювання підсилення.	2	1
4.5	Схеми автоматичного регулювання частоти.	2	1
4.6	Особливості побудови цифрових приймачів.	2	1
4.7	Квадратурний демодулятор.	2	1
4.8	Модульна контрольна робота № 4	2	8
<b>Усього за модулем №4</b>		<b>16</b>	<b>15</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>66</b>	

### 2.3. Лабораторні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Лабор. заняття	СРС
<b>Модуль №1 «Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)»</b>			
1.1	Дослідження вихідного ППРЧ на електронній лампі	2 2	2 1
1.2	Дослідження транзисторного підсилювача потужності радіочастоти (ППРЧ) .	2 2	2 1
1.3	Дослідження навантажувальних характеристик транзисторного ГЗЗ.	2 2	2 1
1.4	Дослідження автогенераторів на транзисторах.	2 2	2 1
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Модуль №2 «Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах»</b>			
2.1	Дослідження схем амплітудної модуляції.	2 2	2 1
2.2	Дослідження схем частотної модуляції.	2 2	2 1
2.3	Дослідження фільтрового методу формування одно смугового сигналу.	2 2	2 1
2.4	Формування сигналів АІМ.	2 2	2 1
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Модуль №3 «Системотехніка пристроїв приймання та обробки сигналів (ШПОС). Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів»</b>			
3.1	Дослідження функціональної схеми супергетеродинного приймача.	2 2	1 1
3.2	Дослідження преселектора приймача.	2 2	1 1
3.3	Дослідження перетворювача частоти з локальним генератором.	2 2	1 1
3.4	Дослідження некогерентного демодулятора амплітудної модуляції та імпульсних сигналів.	2 2	1 1
3.5	Дослідження функціональних вузлів радіолокаційних приймачів.	2	1



<b>Усього за модулем №3</b>		<b>18</b>	<b>9</b>
<b>Модуль №4 «Післядетекторні функціональні вузли ФВ. Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення»</b>			
4.1	Дослідження синхронного демодулятора сигналів.	2 2	1 1
4.2	Дослідження моделі супергетеродинного приймача.	2 2	1 1
4.3	Дослідження ефективності автоматичного регулювання підсилення.	2 2	1 1
4.4	Дослідження параметрів цифрового приймача.	2 2	1 1
<b>Усього за модулем №4</b>		<b>16</b>	<b>8</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>66</b>	

#### 2.4. Практичні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Практ. заняття	СРС
<b>Модуль №1 «Основи теорії та розрахунку лампових і транзисторних генераторів зовнішнього збудження (ГЗЗ)»</b>			
1.1	Розрахунок схем генераторів з зовнішнім збудженням.	2	2
1.2	Режими роботи ГЗЗ.	2	2
1.3	Розрахунок схем вихідного каскаду.	2	2
1.4	Способи фільтрації гармонічних спектральних складових у вихідному каскаді.	2	2
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Модуль №2 «Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах»</b>			
2.1	Розрахунок транзисторних автогенераторів на основі трьохточкових схем.	2	2
2.2	Автогенератори з кварцовою стабілізацією частоти.	2	2
2.3	Амплітудні модулятори.	2	2
2.4	Способи отримання сигналів з ОМ.	2	2
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Модуль №3 «Системотехніка пристроїв приймання та обробки сигналів (ППОС). Пристрої лінійної та нелінійної обробки сигналів»</b>			
3.1	Варіанти побудови лінійного тракту приймача.	2	2
3.2	Вибір проміжних частот та поділ діапазона робочих частот на піддіапазони.	2	2
3.3	Визначення ширини смуги частот в лінійному тракті.	2	2
3.4	Розподіл нерівномірності амплітудно-частотної характеристики у смузі пропускання та між трактами приймача	2	2
3.5	Види модуляції цифрових сигналів	1	1
<b>Усього за модулем №3</b>		<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Модуль №4 «Післядетекторні функціональні вузли ФВ. Автоматичні регулятори параметрів ППОС. Особливості ППОС різного призначення»</b>			
4.1	Розрахунок преселектора	2	2
4.2	Підсилювач проміжної частоти з використанням коливальних контурів.	2	2



4.3	Підсилювач проміжної частоти з використанням фільтра зосередженої селекції.	2	2
4.4	Підсилювач проміжної частоти з використанням коливальних контурів	2	2
<b>Усього за модулем №4</b>		<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>33</b>	<b>33</b>

## 2.5. Самостійна робота студента, її зміст та обсяг

№ п/п	Зміст самостійної роботи студента	Обсяг СРС (годин)
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	29
2.	Підготовка до лабораторних занять	41
3.	Підготовка до практичних занять	33
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	24
4.	Виконання домашнього завдання	8
5.	Виконання курсового проекту	45
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>165</b>

### 2.5.1. Домашнє завдання

Домашнє завдання (ДЗ) виконуються в шостому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студентів і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, що викладається у даному семестрі.

ДЗ виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модуля №2 "Збуджувачі передавачів, формування сигналів у передавачах".

Конкретна мета ДЗ полягає у розробці структурної схеми зв'язкового радіопередавача відповідно до варіанту індивідуального завдання технічних умов, які задані в методичних рекомендаціях.

Виконання, оформлення та захист ДЗ здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.


Час, потрібний для виконання ДЗ – до 8 годин самостійної роботи.

### 2.5.2. Курсовий проект

У сьомому семестрі студенти виконують курсовий проект (КП), відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в галузі електроніки, які використовуються в подальшому при вивченні багатьох наступних дисциплін професійної підготовки фахівця з базовою та повною вищою освітою

Виконання КП є важливим етапом у підготовці до участі в студентських конференціях, виконання дипломної роботи майбутнього фахівця в галузі електроніки і телекомунікацій.

Конкретна мета КП полягає в розгляді питань структурної побудови і розрахунок функціональних вузлів лінійного тракту, демодуляторів та пристроїв обробки сигналів приймачів різного призначення (радіозв'язкових, радіолокаційних, радіонавігаційних, телевізійних). В графічний розділ роботи входять функціональні

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мікрохвильова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 14 з 18	

та принципові схеми (частини схем) приймачів, описи, призначення окремих елементів, кіл, каскадів.

Для успішного виконання КП студент повинен **знати** основи проектування пристроїв приймання, проводити вибір основних характеристик і параметрів; **вміти** проводити розрахунки і моделювати в одному зі спеціалізованих програмних середовищ проектування.

Виконання, оформлення та захист КП здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КП, – до 45 годин самостійної роботи.

### **3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ**

#### **3.1. Методи навчання**

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. Лабораторні заняття необхідно проводити малими групами для більш повного сприйняття і засвоєння практичного матеріалу.

#### **3.2. Рекомендована література.**

##### **Базова література**

3.2.1. Білець А.І., Любімов А.Д. Пристрої генерації та формування сигналів. Навчальний посібник.- К.: НАУ, 2000. -157 с.

3.2.2. Основи побудови пристроїв приймання та обробки сигналів: Навч. посібник / Ю.М. Журавльов, О.А. Моргун, Ю.В. Пепа - К.: Вид-во НАУ, 2017. - 279 с.

3.2.3. Румянцев К.Е. Радиоприемные устройства: учебник.- М.: Изд. центр "Академия", 2006.- 336 с.

3.2.4. Радіопередавальні пристрої : навчальний посібник / В. М. Ткачук, С. М. Цирульник, Т. А. Петренко. – Вінниця : Т. П. Барановська, 2015. – 188 с.

3.2.5. Ulrich L. Rohde, Jerry C. Whitaker, Hans Zahnd. Communications Receivers: Principles and Design, McGraw-Hill Education, 2017. -704р.

##### **Допоміжна література**

3.2.6. Пристрої генерування та формування сигналів. / Укл.

Белец А.И.,Пепа Ю.В. Любімов А.Д. Лабораторні роботи 1-7. - К.:НАУ, 2001. - 36 с.

3.2.7. Салабай А.В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв: навч. посібник - Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. - 80 с.

3.2.8. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов: учебное пособие. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 456с.

#### **3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті**

3.3.1 Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).




#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

##### 4.1. Методи контролю та схема нарахування балів.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

6 семестр				
Модуль №1		Модуль №2		Мах кількість балів
Вид навчальної роботи	Мах кіл-ть балів	Вид навчальної роботи	Мах кіл-ть балів	
Виконання та захист лабораторних робіт (4*3 б.)	12	Виконання та захист лабораторних робіт (4*3б.)	12	
Виконання завдань на практичних заняттях	12 (сумарна)	Виконання завдань на практичних заняттях	12 (сумарна)	
		Виконання та захист ДЗ	16	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше 16 балів.</i>		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше 26 балів</i>		
Виконання модульної контрольної роботи №1	12	Виконання модульної контрольної роботи №2	12	
<b>Усього за модулем №1</b>	<b>36</b>	<b>Усього за модулем №2</b>	<b>52</b>	
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>12</b>
<b>Усього за 6 семестр</b>				<b>100</b>
7 семестр				
Модуль №3		Модуль №4		
Виконання та захист лабораторних робіт (4*4 б.)	16	Виконання та захист лабораторних робіт (5*3 б.)	15	
Виконання завдань на практичних заняттях	16 (сумарна)	Виконання завдань на практичних заняттях	15 (сумарна)	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №3 студент має набрати не менше 20 балів.</i>		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №4 студент має набрати не менше 20 балів</i>		
Виконання модульної контрольної роботи №3	12	Виконання модульної контрольної роботи №4	14	
<b>Усього за модулем №3</b>	<b>44</b>	<b>Усього за модулем №4</b>	<b>44</b>	
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>12</b>
<b>Усього за 7 семестр</b>				<b>100</b>
<b>Модуль №5</b>				
Виконання курсового проекту				<b>60</b>
Захист курсового проекту				<b>40</b>
<b>Виконання та захист курсового проекту</b>				<b>100</b>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мікрохвильова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 16 з 18	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах								Оцінка за національною шкалою
Виконання та захист лабораторної роботи		Виконання завдань на практичних заняттях			Виконання та захист ДЗ	Виконання модульної роботи		
3	4	11-12	14-15	15-16	15-16	11-12	13-14	Відмінно
2,5	3	9-10	12-13	12-14	12-14	9-10	11-12	Добре
2	2,5	7-8	9-11	10-11	10-11	7-8	9-10	Задовільно
менше 2	менше 2,5	менше 7	менше 9	менше 10	менше 10	менше 7	менше 9	Незадовільно

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку (табл.4.3), яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

Таблиця 4.3

Відповідність підсумкових модульних рейтингових оцінок в балах оцінкам за національною шкалою

Модуль №1	Модуль №2	Модуль №3	Модуль №4	Оцінка за національною шкалою
33-36	47-52	40-44	40-44	Відмінно
27-32	39-46	33-39	33-39	Добре
22-26	31-38	27-32	27-32	Задовільно
менше 22	менше 31	менше 27	менше 27	Незадовільно

4.5. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту курсової роботи в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю.

4.6. Сума підсумкових модульних рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову модульну рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку за національною шкалою (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Відповідність підсумкової семестрової модульної рейтингової оцінки в балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
79 - 88	Відмінно
66 - 78	Добре
53 - 65	Задовільно
менше 53	Незадовільно

Таблиця 4.5

Відповідність рейтингової екзаменаційної оцінки в балах оцінці за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
11-12	Відмінно
9-10	Добре
7-8	Задовільно
менше 7	Незадовільно





4.7. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 4.6).

4.8. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.9. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.10. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту курсового проекту, крім відомості модульного контролю, заноситься також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.11. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни, яка викладається протягом декількох семестрів, визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з цієї дисципліни – за 6 та 7 семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

Таблиця 4.6

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>	<b>A</b>	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
<b>82-89</b>	<b>Добре</b>	<b>B</b>	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
<b>75-81</b>		<b>C</b>	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
<b>67-74</b>	<b>Задовільно</b>	<b>D</b>	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
<b>60-66</b>		<b>E</b>	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
<b>35-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
<b>1-34</b>		<b>F</b>	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)



(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміни	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				