

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


В. В. Павліков
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ЕЛЕМЕНТНА БАЗА РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Елементна база радіоелектроніки»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітня програма «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»,

«31» серпня 2021 р., - 10 с.

Розробник: Олійник В. П. професор кафедри №502. к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

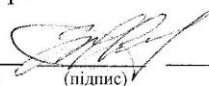

(підпис)

Робочу програму погоджено на випусковій кафедрі №501
Аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12 від « 25 » 08 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

С. С. Жила
(ініціали та прізвище)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №502
Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О. В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	<p>Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр і назва)</p> <p>Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (код та найменування)</p> <p>Освітня програма «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022
		Семестр
		4-й
Загальна кількість годин – 40/120		Лекції*
		24 години
		Практичні, семінарські*
		-
		Лабораторні*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 5		16 годин
	Самостійна робота	80 годин
	Вид контролю	
		Модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/80.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета й завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – Метою викладання навчальної дисципліни «Елементна база радіоелектроніки» є вивчення структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази радіоелектроніки та її використання для побудови радіоелектронної апаратури.

Завдання - вивчення принципів функціонування елементів в електричних колах, їх конструкції, характеристики, параметри, еквівалентні схеми, специфіка використання в радіоелектронній апаратурі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК).

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, які потребують знань з властивостей матеріалів, структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази електроніки (ЗК2).

- Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки (ФК-2).

- Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах (ФК-6).

- Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки (ФК10).

Програмні результати навчання (ПРН) відповідно до освітньої програми:

- Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов (ПРН 1);

- застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв (ПРН 14);

- розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем (ПРН 15).

Міждисциплінарні зв'язки: «Вища математика», «Фізика», «Теорія електричних кіл», «Навчальна практика», «Комплексна курсова робота з теорії кіл та сигналів», «Аналогова схемотехніка», «Ознайомча практика».

3. Програма навчальної дисципліни Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості з фізики напівпровідників, електричні переходи між напівпровідниками. Напівпровідникові діоди.

Тема 1. Властивості електронно-діркових переходів.

Електропровідність речовини. Основи зонної теорії. Відмінності між металами, напівпровідниками та діелектриками з погляду зонної теорії. Структура напівпровідників і типи провідності. Власна електропровідність. Домішкова електропровідність.

Електронно-дірковий перехід. Структура та методи утворення. Фізичні процеси під час створення р-n переходу. Основна властивість переходу – однобічна провідність, пряме та зворотне зміщення. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) ідеалізованого переходу. Статичний та динамічний опір. Реальний перехід та його властивості. ВАХ реальних р/n-переходів, вплив температури і матеріалу напівпровідника, порогова напруга. Компоненти зворотного струму. Параметри, що визначають температурну залежність ВАХ.

Додаткові властивості р/n-переходу: інжекція, рекомбінація, екстракція, тунельний та польовий ефекти, бар'єрна та дифузійна ємності, пробої переходів, фотогальванічний ефект - фізичні процеси, параметри, урахування та використання.

Тема 2. Напівпровідникові діоди.

Класифікація діодів. Випрямні діоди. Германієві діоди. Кремнієві діоди. Арсенід-галієві діоди. Силові діоди.

Імпульсні діоди. Перемикання діода з прямого вмикання на зворотне. Проходження імпульсів прямого струму через діод. Основні параметри імпульсних діодів. Діоди з нагромадженням заряду.

Напівпровідникові стабілітрони та стабістори. Принцип дії стабілітрона. Основні параметри стабілітронів. Стабістори.

Варикапи. Структура та принцип дії варикапа. Основні параметри варикапів. Добротність варикапа. Залежність параметрів варикапів від температури.

Тунельні діоди. Структура та принцип дії тунельного діода. Основні параметри тунельних діодів. Частотні властивості тунельних діодів. Обернений тунельний діод.

Діоди з переходом метал-напівпровідник (Діоди Шотткі). Контакт металу та напівпровідника. Вольт-амперна характеристика контакту метал-напівпровідник. Структура та властивості діода Шотткі.

Перемикальні діоди. Діоди з р-n переходом. Діоди з р-i-n структурою. Основні параметри перемикальних діодів.

Лавинно-пролітні діоди. Структура та режим роботи лавинно-пролітного діода. Основні параметри лавинно-пролітних діодів. Інжекційно-пролітні діоди.

Діоди Ганна. Структура та принцип роботи діода Ганна. Доменні режими. Режим обмеженого нагромадження об'ємного заряду. Основні параметри діодів Ганна.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Напівпровідникові активні підсилювальними та комутаційні елементи.

Тема 1. Біполярні транзистори. Тиристори.

Структура транзистора. Режими роботи транзистора. Фізичні процеси у транзисторі в активному режимі. Співвідношення між струмами транзистора в активному режимі.

Схеми вмикання транзистора. Підсилення в транзисторі. Статичні характеристики ідеалізованого транзистора. Статичні характеристики реального транзистора. Статичні характеристики реального транзистора.

Залежність параметрів від температури. Електричний пробій в транзисторах. Види пробою. Особливості пробою планарних транзисторів. Методи підвищення пробивних напруг.

Частотні властивості транзисторів. Частотна залежність коефіцієнта α . Частотна залежність коефіцієнта β . Робота транзистора в імпульсному режимі. Схема із загальною базою. Схема із загальним емітером.

Власні шуми транзисторів.

Різновиди біполярних транзисторів. Потужні транзистори. Складені транзистори. Одноперехідні транзистори.

Тиристор. Диністор. Структура та принцип дії. Тріодний тиристор. Параметри тиристорів. Різновиди тиристорів. Тиристор із зашунтованим емітерним переходом. Тиристор зі зворотною провідністю. Симетричний тиристор. Запірний тиристор.

Тема 2. Польові транзистори.

Польові транзистори з керувальним р-п переходом. Структура та принцип дії транзистора. Вольт-амперні характеристики транзистора. Розрахунок стокових характеристик. Частотні властивості польових транзисторів.

Польові транзистори з ізольованим заслоном. Структура та принцип дії транзистора. МДН-транзистори з індукованим каналом. Вольт-амперні характеристики МДН-транзисторів. Параметри транзисторів.

МДН-транзистори із вбудованим каналом. Особливості короткоканальних МДН-транзисторів.

Потужні польові транзистори. Потужні транзистори з керувальним р-п переходом. Потужні МДН-транзистори.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Загальні відомості з фізики напівпровідників, електричні переходи між напівпровідниками. Напівпровідникові діоди.					
Тема 1. Властивості електронно-діркових переходів	23	5	-	-	18
Тема 2. Напівпровідникові діоди	30	6	-	4	20
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 1	56	12	-	4	40
Змістовний модуль 2. Напівпровідникові активні підсилювальними та комутаційні елементи.					
Тема 1. Біполярні транзистори. Тиристори.	34	6	-	8	20
Тема 2. Польові транзистори.	27	5	-	4	18
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 2	64	12	-	12	40
Усього годин	120	24	-	16	80

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом непередбачені.

6. Теми практичних занять

Семінарські заняття навчальним планом непередбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження випрямних напівпровідникових діодів.	4
2	Дослідження статичних характеристик біполярного транзистора.	4
3	Дослідження частотних характеристик біполярного транзистора.	4
4	Визначення характеристик польового транзистора	4
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Додаткові властивості р/n-переходу: інжекція, рекомбінація, екстракція, тунельний та польовий ефекти, бар'єрна та дифузійна ємності, пробої переходів, фотогальванічний ефект - фізичні процеси, параметри, урахування та використання. Визначення відстані між енергетичними рівнями в зоні провідності напівпровідника. Визначення ймовірності перебування електрона на енергетичних рівнях, розташованих вище рівня Фермі за відповідних умов.	18
2	Розрахунок номінального значення напруги лавинного пробою кремнієвого стабілітрону. Розрахунок нижньої і верхньої граничної частоти варикапа, та частоти якій відповідає максимальна добротність варикапа. Діоди Ганна. Структура та принцип роботи діода Ганна. Доменні режими. Режим обмеженого нагромадження об'ємного заряду. Основні параметри діодів Ганна.	20
3	Резисторні каскади на біполярних транзисторах та емітерною схемою стабілізації. Тиристор із зашунтованим емітерним переходом. Тиристор зі зворотною провідністю. Симетричний тиристор. Запірний тиристор.	20
4	Потужні польові транзистори. Потужні транзистори з керувальним р-п переходом. Потужні МДН-транзистори.	18
7	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
8	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2)	2
	Разом	80

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання навчальним планом непередбачені.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та рекомендованими літературними джерелами і довідниковими матеріалами на електронних носіях.

11. Методи контролю

Письмове опитування при проведенні модульного контролю, усне опитування при проведенні занять, захист звітів практичних та лабораторних робіт. Підсумковий контроль - іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...26	1	0...26
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фізичні процеси, на яких побудовані ті чи інші елементи радіоелектроніки, принципи їх дії, устрій, основні характеристики і параметри;
- області ефективного застосування елементів в радіоелектронній апаратурі;
- вплив зовнішніх факторів і деградаційних процесів на параметри елементів та їх надійність;
- основні положення технології виробництва радіоелементів;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- обирати та обґрунтовувати застосування тих чи інших елементів в залежності від різновиду радіоелектронної апаратури;
- проводити оціночні розрахунки основних технічних характеристик елементів;
- перевіряти працездатність елементів та визначати їх характеристики;

- визначати функціональні властивості елементів за їх умовним графічним зображенням на принципових схемах електричних.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні та лабораторні роботи. Засвоїти термінологію, принцип дії, основні характеристики радіоелементів за групами. Вміти давати опис елементів за принциповою схемою електричною.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні та лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, обґрунтувати пояснення та відповіді на запитання. Вміти пояснювати основні фізичні механізми, які лежать в основі роботи напівпровідникових радіоелементів.

Відмінно (90-100). Захистити всі практичні та лабораторні роботи за найвищим балом. Досконально знати всі теоретичні матеріали та уміти застосовувати їх на практиці. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти розраховувати основні кількісні характеристики напівпровідникових радіоелементів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	
90 – 100	Відмінно	
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	

13. Методичне забезпечення

Навчальні посібники:

1. Електроніка та мікросхемотехніка: посібник для виконання лабораторних і практичних занять / С. О. Квітка, Ю. М. Федюшко, Н. Г. Косуліна, С. О. Мороз. – Х.: ХНТУСГ, 2017. – 244 с.

2. Куліш С. М. Компоненти елементної бази радіоелектроніки: навчальний посібник до лабораторного практикуму [Текст] / С. М. Куліш, Ю. А. Волошин. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 46 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних з дисциплін «Елементна база сучасної електроніки», «Елементна база мікроелектронної апаратури» (Частина перша) для студентів усіх форм навчання галузі знань 0508 – Електроніка / Упор.: О. В. Бородін, В. П. Карнаушенко – Харків: ХНУРЕ, 2015. – 64 с.

4. Методичні вказівки до практичних і лабораторних робіт з дисципліни «Елементна база радіоелектроніки. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/>

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu/>; <https://mentor.khai.edu/>

14. Рекомендована література

Базова

1. Твердотільна електроніка : підручник [Текст]/ О. В. Борисов, Ю. І. Якименко ; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с. – Бібліогр.: с. 476–477.
2. Панфілов І. П. Компонентна база радіоелектронної апаратури: Навчальний посібник, Модуль 1 / І. П. Панфілов, М. П. Савицька, Ю. В. Флейта – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2013. – 180 с.

Допоміжна

1. Боллох В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.
2. Петров К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учеб. пособие [Текст] / К. С. Петров – СПб.: Питер, 2004. - 522 с.
3. Барсуков С. Н. Элементная база радиоэлектроники Ч.1. Полупроводниковые диоды [Текст] / С. Н. Барсуков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 88 с.
4. Барсуков С. Н. Элементная база радиоэлектроники Ч.2. Биполярные транзисторы. Тиристоры [Текст] / С. Н. Барсуков, А. С. Кравчук. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 88 с.
5. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів: підруч. / М.Д. Матвійків, В.М. Когут, О.М. Матвійків. – 2-ге вид. – Л.: Вид-во Львів. Політехн., 2007. – 428 с.
6. Электронные компоненты и системы. Массовый ежемесячный научно-технический журнал. Издаётся с мая 1996 г. www.vdmais.kiev.ua.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k502.khai.edu>