

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра «Радіотехніка та телекомунікації»

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор
Гугнін Е.А.

2020 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППН 06 Електро- та радіоматеріали

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Радіотехніка
(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут Інформатики та радіоелектроніки
(найменування інституту)

факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій
(найменування факультету)

мова навчання Українська

2020 рік

Робоча програма з дисципліни «**Електро- та радіоматеріали**» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітня програма (спеціалізація) «Радіотехніка» (назва освітньої програми (спеціалізації))
« » , 20 року – с.

Розробники: **Самойлик Сергій Сергійович**, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, к.ф-м.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій

Протокол від « 23 » червня 2020 року № 12

Завідувач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій
(найменування кафедри)

« 23 » червня 2020 року  (Морщавка С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету РЕТ за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

Протокол від « 27 » серпня 2020 року № 1

« 27 » серпня 2020 року Голова  (Кабак В.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ 2020 рік

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОП «Радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Перший (бакалаврський)	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		15 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		75 год.	110 год.
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 45/75;

для заочної форми навчання – 10/110.

2 Мета навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є формування у студентів уявлень про основні фізичні процеси і явища, які виникають в електрорадіоелементах; властивості і параметри електрорадіоелементів, їх зв'язок з матеріалами, конструкцією, технологією виготовлення та експлуатаційними особливостями радіоелектронної апаратури.

Завдання. Вивчення дисципліни має прищепити студентам системний підхід до вибору компонентів та матеріалів для побудови електричних схем та пристроїв. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-4);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-5);
- здатність працювати в команді (ЗК-6);
- навички здійснення безпечної діяльності (ЗК-9).

фахові компетентності:

- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ПК-4);
- готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з радіотехніки (ПК-14);
- здатність використовувати принципи побудови та фізичні основи роботи, характеристики та параметри напівпровідникових приладів та елементів мікроелектроніки, прийоми аналітичних досліджень в області компонентної бази радіо та телекомунікаційної апаратури.

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Пасивні компоненти

Тема 1. Елементна база електронних апаратів

1.1 Склад елементної бази радіоелектронної апаратури. Ієрархічна будова радіоелектронної апаратури. Комплекс, стояк, блок, функціональний вузол та електрорадіоелемент. Функції апаратури та її елементів. Основні етапи розвитку елементної бази. Електронні лампи, транзистори, мікропроцесори та пристрої функціональної електроніки. Технологічна та фізична інтеграція. Класифікація електрорадіоелементів: активні і пасивні; Загального і часткового призначення. Перспективи розвитку елементної бази.

1.2 Характеристики і параметри електрорадіоелементів. Основні і неосновні характеристики. Визначення параметрів за основними та неосновними характеристиками. Номінальні значення параметрів. Ряди перевагових чисел.

Номінальне відхилення параметрів. Параметри, які враховують втрати енергії та характеризують електричну міцність і здатність витримувати тривалі навантаження. Потужність, добротність та коефіцієнт корисної дії. Заступні схеми електрорадіоелементів. Номінальна, випробувальна та пробивна напруга. Параметри, які характеризують стабільність та надійність. Температурний коефіцієнт параметру. Тепло- та вібростійкість, тепло- та віброміцність. Термін служби та гарантований термін служби. Термін зберігання.

Тема 2. Резистори

2.1 Фізичні процеси в резисторах. Визначення резистора. Області застосування. Основні характеристики та параметри резисторів. Фізична природа опору в металах, сплавах, тонких плівках, композиційних середовищах та напівпровідниках. Вплив матеріалів на параметри резисторів.

2.2 Класифікація резисторів за призначенням і характером зміни опору. Резистори загального та спеціального призначення. Високочастотні, прецизійні, високомегаомні та високовольтні резистори. Термо-, фото-, магніто- та тензорезистори. Постійні і змінні, регульовальні і підстроювальні резистори. Функціональні характеристики змінних резисторів. Конструкції резисторів. Способи захисту від зовнішніх впливів. Неізолювані, ізолювані, герметизовані та вакуумні резистори. Конструкції змінних резисторів. Способи монтажу резисторів. Обчислення резисторів.

2.3 Параметри і вибір резисторів. Заступна схема резисторів. Номінальна потужність. Залежність потужності від температури. Температурний коефіцієнт опору. Шумові властивості резисторів. Вплив вологості і радіації. Часова стабільність і надійність. Умовні позначення резисторів. Скорочені, повні та кодовані позначення. Колірне маркування резисторів. Вибір резисторів. Формування вимог і обмежень до вибору. Складові частини відхилень опору.

Тема 3. Конденсатори

3.1 Фізичні процеси в конденсаторах. Визначення конденсатора. Області застосування. Основні характеристики та параметри конденсаторів. Фізична природа ємності. Використання діелектриків. Пружна та релаксаційна поляризація діелектриків. Явище абсорбції. Органічні, неорганічні та оксидні діелектрики. Вплив матеріалів на параметри конденсаторів.

3.2 Класифікація конденсаторів за призначенням і характером зміни ємності. Конденсатори загального та спеціального призначення. Конденсатори з органічним і неорганічним діелектриками. Конденсатори з оксидним діелектриком. Вариконди, варикапи та термоконденсатори. Конденсатори постійної і змінної ємності. Регульовальні і підстроювальні конденсатори. Функціональні характеристики конденсаторів змінної ємності. Конструкції конденсаторів. Конструкції керамічних, паперових та оксидних конденсаторів. Конструкції підстроювальних конденсаторів та конденсаторів змінної ємності.

3.3 Параметри і вибір конденсаторів. Заступна схема конденсаторів. Номінальна напруга, режими роботи конденсаторів. Тангенс кута діелектричних втрат, температурний коефіцієнт ємності та коефіцієнт абсорбції. Групи

температурного коефіцієнту ємності. Вплив вологості і радіації. Часова стабільність і надійність. Умовні позначення конденсаторів. Скорочені, повні та кодовані позначення. Колірне маркування конденсаторів. Вибір конденсаторів. Формування вимог і обмежень до вибору. Області застосування конденсаторів. Складові частини відхилень ємності.

Тема 4. Котушки індуктивності

4.1 Фізичні процеси в котушках індуктивності. Визначення котушки індуктивності. Області застосування. Основні характеристики та параметри котушок індуктивності. Фізична природа індуктивності. Магнітні та немагнітні осердя. Ферити і магнітодіелектрики. Умовні позначення матеріалів. Класифікація котушок індуктивності.

4.2 Класифікація і конструкції котушок індуктивності. Складові частини котушок індуктивності. Екранування котушок. Варіометри. Стрижньові, броньові та кільцеві осердя. Умовні позначення осердь. Одно- і багат шарові обмотки. Рядова, перехресна та біфілярна обмотки. Обмотки "універсаль", внавал та секціонована. Друковані обмотки.

4.3 Параметри і обчислення котушок індуктивності. Заступна схема котушок індуктивності. Добротність котушок. Вплив поверхневого ефекту та ефекту близькості на добротність. Стабільність котушок, старіння, вплив вологості та вібрацій. Обчислення котушок індуктивності радіотехнічної апаратури. Особливості обчислення одно- і багат шарових котушок. Обчислення котушок із магнітними осердями. Обчислення власної ємності та добротності.

Тема 5. Трансформатори

5.1 Фізичні процеси в трансформаторах та їх класифікація. Визначення трансформатора. Принцип дії та параметри трансформатора. Явище електромагнітної індукції. Магнітні матеріали. Втрати енергії в обмотках і магнітопроводі. Вихрові струми і перемагнічування. Класифікація трансформаторів. Трансформатори живлення, узгоджувальні, імпульсні та трифазні.

5.2 Конструкції і обчислення трансформаторів. Особливості конструкцій трансформаторів. Осердя броньові, стрижньові, тороїдні та трифазні. Спеціальні види магнітопроводів. Обмотки циліндричні, секціоновані та галетні. Друковані обмотки. Основне рівняння трансформатора. Вплив частоти, конструкції та електромагнітних навантажень на потужність трансформатора. Попередні та перевіірочні розрахунки трансформатора. Електричні та конструктивні розрахунки.

5.3 Параметри і застосування трансформаторів. Основні параметри трансформатора. Заступна схема. Умови перетворення схем. Г- та Т-подібна заступні схеми. Зв'язок параметрів заступної схеми і конструкції трансформатора. Дослідження параметрів трансформатора. Досліди холостого ходу і короткого замикання. Навантажувальна та амплітудно-частотна характеристики трансформатора. Коефіцієнт корисної дії. Застосування серійних трансформаторів при зміні вхідної напруги. Паралельна робота трансформаторів. Утворення трифазних схем. Зміна частоти.

Тема 6. Контактні пристрої

6.1 Фізичні процеси в контактних пристроях. Визначення і класифікація контактних пристроїв. Вплив шорсткості поверхні та окисних плівок на протікання струму через контактні пари. Металева і тунельна провідності. Фритинг-ефект. Застосування покриттів благородними металами. Контактне зусилля. Вплив умов експлуатації на функціонування контактних пристроїв. Вплив агресивних газів і вологості. Механічне зношення контактних поверхонь. Сили молекулярного зчеплення і тертя. Абразивне зношення і руйнування від втоми. Процеси при з'єднанні та роз'єднанні контактів. Місточкова та дугова ерозія контактів, їх запобігання.

6.2 Конструкції, вибір та застосування з'єднувачів. Особливості конструкцій контактних пар. Стикові та врубні контакти. Геркони. Особливості конструкцій і класифікація з'єднувачів. Ізолятори, уловлювачі та пристрої фіксації з'єднання. Прямокутні та циліндричні з'єднувачі. Різьбова та байонетна фіксація. З'єднувачі з безпосереднім і опосередкованим зчленуванням з друкованою платою. Умовні позначення з'єднувачів. Вибір і застосування з'єднувачів. Герметизовані з'єднувачі. Застосування у високочастотних колах.

6.3 Конструкції, вибір та застосування перемикачів і реле. Класифікація перемикачів. Тумблери, кнопкові, повзункові, галетні та програмовані перемикачі. Клавіатури. Умовні позначення перемикачів та їх електричних схем. Вибір перемикачів. Способи підвищення надійності. Визначення реле, класифікація і конструкції. Електромагнітні, електротеплові та електронні реле. Поляризовані і неполяризовані реле. Геконові реле. Умовні позначення, вибір та застосування реле.

Змістовий модуль 2. Активні компоненти

Тема 1. Діоди

Устрій напівпровідникових діодів. Вольт-амперна характеристика діода. Область прямих напруг. Область зворотних напруг. Вплив температури на характеристики діодів. Пробій діода. Диференційні параметри діода. Ємність діода. Випрямний режим роботи напівпровідникових діодів. Імпульсний режим роботи напівпровідникових діодів. Різновиди напівпровідникових діодів та їх застосування.

Тема 2. Біполярні транзистори

Устрій і принцип дії біполярного транзистора. Режими роботи біполярних транзисторів. Схеми включення. Принцип дії. Статичні характеристики біполярних транзисторів. Вхідні і керуючі характеристики транзистора. Вихідні характеристики у схемі із загальною базою. Вихідні характеристики в схемі з загальним емітером. Вплив температури на параметри біполярного транзистора. Розрахунок струмів транзистора. Диференціальні параметри. Система Н- та Y-параметрів. Робота транзистора в підсилювальному режимі. Графічний аналіз підсилювального режиму. Аналітичний розрахунок підсилюючих властивостей транзистора. Фізичні еквівалентні схеми біполярного транзистора. Порівняння

підсилюючих властивостей транзистора в різних схемах включення. Схема із загальним емітером. Схема з загальною базою. Схема із загальним колектором. Робота транзистора в імпульсному режимі. Різновиди біполярних транзисторів

Тема 3. Тиристори

Устрій і принцип дії тиристора. Діодний тиристор. Тріодний тиристор. Симетричний тиристор. Застосування тиристорів. Основні параметри тиристорів.

Тема 4. Польові транзистори

Польові транзистори з керуючим р-n-переходом. Устрій і принцип дії польового транзистора. Розрахунок напруги відсічення і напруги насичення польового транзистору. Розрахунок струму через канал. Статичні характеристики. Диференціальні параметри. Польові транзистори з керуючим переходом метал-напівпровідник. Польові транзистори з ізольованим затвором. Підсилювальні і частотні властивості польових транзисторів. Імпульсний режим польових транзисторів.

Тема 5. Структури і технологія інтегральних мікросхем

Гібридні інтегральні мікросхеми. Плівкові резистори. Плівкові конденсатори. Розподілені RC-структури. Плівкові індуктивності. Плівкові провідники та контактні площадки. Активні елементи ГІМС. Біполярні транзистори напівпровідникових ІМС. Напівпровідникові ІМС. Пасивні елементи НІ ІМС. Технологія виготовлення ІМС (виготовлення тонкопліткових гібридних, товстопліткових гібридних ІМС). Епітаксійно-планарная технологія виготовлення ІМС.

4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
лк		пр	лаб	інд	с.р	лк		пр	лаб	інд	с.р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Пасивні компоненти РЕА												
Тема 1. Елементна база електронних апаратів	8	2				6	11	1				10
Тема 2. Резистори	12	4		2		6	9					9
Тема 3. Конденсатори	11	3		2		6	10					10

Тема 4. Катушки індуктивності	10	2		2		6	8					8
Тема 5. Трансформатори	8	2				6	12	2				10
Тема 6. Контактні пристрої	8	2				6	8					8
Разом за змістовим модулем 1	57	15		6		36	58	3				55
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Активні компоненти РЕА												
Тема 1. Діоди	10	3		2		7	12	1				11
Тема 2. Біполярні транзистори	9	3		3		8	15			4		11
Тема 3. Тиристори	14	3				8	11					11
Тема 4. Польові транзистори	13	3		4		8	13	2				11
Тема 5 Структури і технологія інтегральних мікросхем	11	3				8	11					11
Разом за змістовим модулем 2	67	15		9		39	62	3		4		55
Усього годин	120	30		15		75	120	6		4		110

5 Теми практичних занять

Навчальним планом не передбачено.

6 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження резисторів	2
2	Дослідження конденсаторів	2
3	Дослідження котушок індуктивності	2
4	Дослідження діодів	2
5	Дослідження біполярних транзисторів	3
6	Дослідження польових транзисторів	4
	Разом	15

7 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення лекційного матеріалу	35
2	Підготовка до лабораторних робіт, оформлення звітів і підготовка до захисту	20
3	Підготовка до модульного контролю №1	10
4	Підготовка до модульного контролю №2	10
	Разом	75

8 Індивідуальні завдання

відсутнє

9 Методи навчання

Поєднання (різною мірою) практичного методу (лабораторні роботи), наочного (метод ілюстрацій і метод демонстрацій), словесного (лекція, дискусія, співбесіда), робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, складання реферату), відео методу, сполученого з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання дистанційні, мультимедійні, веб орієнтовані.

10 Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти:

- грамотно застосовувати термінологію галузі радіотехніки (РН-7);
- спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію державною та англійською мовами (РН-10);
- застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та процесів, що відбуваються в радіотехнічних компонентах (РН-13);
- застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування радіотехнічних систем і пристроїв (РН-14);
- знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук (РН-18);
- вмінням вибирати електро-радіоелементи з урахуванням конструктивних, технологічних та експлуатаційних особливостей апаратури;
- вмінням оформляти документацію при розробці електричних схем радіотехнічних пристроїв.

11 Засоби оцінювання

Поточний, рубіжний, семестровий контроль (з урахуванням відвідування, виконання лабораторних робіт, тестування при здачі заліку).

12 Критерії оцінювання

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота											Сума
Змістовий модуль №1						Змістовий модуль № 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	100
8	8	8	8	10	8	10	10	10	10	10	

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13 Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електро- та радіоматеріали” для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» усіх форм навчання. / Укл.: С.С. Самойлик. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 74 с.

14 Рекомендована література

Базова

1. Матвійків М.Д. Компонентна база електронних апаратів: Підручник / М.Д. Матвійків, В.М. Когут, О.М. Матвійків. – Львів: Видавництво національного університету “Львівська політехніка”, – 2005. – 420 с.

2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника / К.С. Петров – СПб: Питер, 2003. – 512 с.

3. Василенко, І.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Навчальний посібник: рек. МОНУ. [Текст] / І.І. Василенко, В.В. Широков, Ю.І. Василенко – Львів: Магнолія 2006, – 2015. – 242 с.

Допоміжна

1. Компонентна база. Практикум в середовищі WorkBenth 4. – Хмельницький ХДУ, 2006.– 28 с.

2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – Спб.: Лань, – 2003 – 368 с.

3. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Учеб. пособие для вузов. / Ф.Н. Покровский – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 350 с.

4. Яцышин В.И. Элементы и компоненты РЭУ. Дискретные радиокомпоненты / В.И. Яцышин, С.С. Бурдукова – К.: УМК ВО, 1990. – 248 с.

15 Інформаційні ресурси

1. Електроний довідник радіоаматора [електроний ресурс] Режим доступу: <https://radiomaster.com.ua/2561-elektronnyy-spravochnik-radiolyubitelya-ot-mastersoft.html>