

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан інженерно-технічного  
факультету  
доц. Йолана ГОЛИК  
2025р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Матеріали і компоненти електроніки**

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Електронні системи
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма з навчальної дисципліни «Матеріали і компоненти електроніки» для студентів 1-го курсу кафедри електронних систем освітнього ступеня бакалавр за напрямом підготовки освітньої програми «Електронні системи» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка.

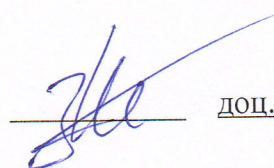
“ 22 ” \_05\_ 2025 року – 17 с.

Розробники: к.ф.-м.н., доцент кафедри електронних систем Ігор ЮРКІН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електронних систем

Протокол від „22” 06 2025 року № “10”

Завідувач кафедри електронних систем

  
доц. Тарас ЗАЯЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

Протокол від „ 27 ” 06 2025 року № “06”

Голова науково-методичної комісії  доц. Володимир ЦИГИКА

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 165 год.	1	
Кількість модулів – 4	Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання	1/2	
Семестр	1	2
аудиторних	2,5	2,0
самост.роб. студента	2,0	2,5
	<b>Лекції</b>	
	64 год.	-
	<b>Практичні, семінарські</b>	
	-	-
	<b>Лабораторні</b>	
	18 год.	-
Вид підсумкового контролю:	<b>Самостійна робота</b>	
екзамен	83 год.	-
Форма підсумкового контролю:		
усна		

## 2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни** - забезпечення професійно-орієнтованих дисциплін інженерної підготовки за освітньо-професійною програмою вищої школи "Електронні системи".

Дисципліна розкриває шляхи використання фізичних процесів у матеріалах різної природи в приладах електронної техніки, спрямована на вивчення основ отримання матеріалів з різними функціональними залежностями основних фізичних властивостей, встановлює особливості використання у електронній техніці матеріалів з різною фізико-хімічною будовою.

**Завдання дисципліни** - сформувати у студентів розуміння необхідності, ролі і місця матеріалознавства для створення ефективних електронних пристроїв та систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- 1) зміст основних категорій дисципліни, її предмет, метод та задачі вивчення; термінологію дисципліни;
- 2) класифікацію, будову та фізико-хімічні властивості основних металів, напівпровідників та діелектриків, що використовуються в якості базових,
- 3) принципи отримання матеріалів з різними фізико-хімічними властивостями та їх впливу на основні параметри електронних пристроїв;
- 4) особливості та головні параметри матеріалів – провідників, напівпровідників, діелектриків;
- 5) методи аналізу властивостей матеріалів, які базуються на використанні основних фізичних явищ;
- 6) основні аспекти та проблеми застосування матеріалів у радіоелектронній апаратурі різного призначення;
- 7) діючі стандарти, технічні умови, положення та інструкції по експлуатації, технічні характеристики і економічні показники вітчизняних та світових розробок у галузі радіоелектронної техніки.

На основі отриманих теоретичних знань студент повинен **вміти:**

- 1) вільно користуватися системою знань з питань отримання матеріалів з різними фізико-хімічними властивостями;

2) цілоспрямовано (з урахуванням технічних вимог) здійснювати вибір матеріалів з базовими властивостями, здійснювати оптимізацію їх параметрів, в т.р. і з використанням програмних засобів;

3) отримувати основні характеристики матеріалів, визначати параметри різних пристроїв на їх основі, вибирати оптимальні схемотехнічні та конструктивні рішення.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формування у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.
Загальні компетентності	ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки. СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки. СК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем. СК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Матеріали і компоненти електроніки» є опанування навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП) першого ступеня (бакалавр) за спеціальністю 171 Електроніка.

Шифр НД за ОП	Назва навчальної дисципліни
ОК8	Фізика

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Матеріали і компоненти електроніки», вивчення дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачем вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.	ПРН1
Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференціальних рівняння в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації,	ПРН2

чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.	
Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.	<b>ПРН4</b>
Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.	<b>ПРН10</b>
Аргументувати нормативно-правові засади при впровадженні електронних пристроїв та систем; оцінювати переваги інженерних розробок, їх екологічність та безпечність; захищати власні світоглядні позиції та переконання у виробничій або соціальній діяльності.	<b>ПРН11</b>
Брати участь у розробці та виконанні проектів міжнародного наукового співробітництва та академічної мобільності	<b>ПРН20</b>

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- усне опитування під час лекцій та допуску до виконання лабораторних робіт;
- письмове опитування (проміжкові контрольні роботи по модулям);
- підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по рейтинговій оцінці за стобальною шкалою з урахуванням оцінок по окремим модулям;
- проведення екзамену;
- проведення заліку.

### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

#### **Форми поточного контролю:**

- здійснюється опитуванням;
- контролем самопідготовки до лабораторних робіт;
- контролем виконання лабораторних робіт;
- контролем за ходом виконання індивідуальних завдань;
- контролем самостійної роботи.

#### **Форма модульного контролю:**

- контроль знань здійснюється за чотирма модулями;
- кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів.

#### **Форма підсумкового семестрового контролю:**

- в кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал;
- враховується якість виконання лабораторних робіт та їх захисту;
- проводиться екзамен;
- проводиться залік.

Контроль знань здійснюється за чотирма модулями. Для контролю знань розроблений перелік теоретичних питань, завдання для самостійної роботи, зі змістом яких студенти знайомляться на початку семестру. Кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів з 4 модулів.

Розподіл балів, які отримують студенти за модуль наведені в таблицях:

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 1							
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6		
15	15	15	15	15	15	10	100

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 2							
Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12		
15	15	15	15	15	15	10	100

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне оцінювання та самостійна робота													Письмова контрольна робота	Сума	
Змістовний модуль 3															
Тема 13	Тема 14	Тема 15	Тема 16	Тема 17	Тема 18	Тема 19	Тема 20	Тема 21	Тема 22	Тема 23	Тема 24	Тема 25			Тема 26
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	100

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне оцінювання та самостійна робота											Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 4												
Тема 27	Тема 28	Тема 29	Тема 30	Тема 31	Тема 32	Тема 33	Тема 34	Тема 35	Тема 36	Тема 37		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	100

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)
Презентація	6	5	6	5	14	5	13	5
Реферат	6	5	6	5	14	5	13	5
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	2	20	2	20				
Модульна контрольна робота	1	20	1	20	1	30	1	35
<b>Разом</b>		100		100		100		100

## Критерій оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні модульної контрольної роботи враховується обсяг і правильність виконаних завдань:

- оцінка «відмінно» ставиться за правильне виконання всіх завдань;
- оцінка «добре» ставиться за виконання 75% усіх завдань;
- оцінка «задовільно» ставиться, якщо правильно виконано більше 50% запропонованих завдань;
- оцінка «незадовільно» ставиться, якщо завдань виконано менше від 50%.

Неявка на модульну контрольну роботу - 0 балів.

**Ці оцінки трансформуються у рейтингові бали у такий спосіб:**

“5” – 40 балів;

“4” – 30 балів;

“3” – 20 балів;

“2” – 10 балів;

Неявка на МКР - 0 балів.

## Критерій оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання екзамену і заліку допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35 і виконали лабораторні роботи та індивідуальні завдання (презентації). Екзамен та залік з навчальної дисципліни студент може не складати, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка. Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 екзамен та залік складають обов'язково. Студент може підвищити на екзамені та заліку оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти екзамен без додаткового опитування за такою шкалою:

### Шкала оцінювання: вузу (ECTS та національна)

Сумарні бали	Оцінка ECTS	Екзамен	Вимоги до якості знань
90 – 100	A	<b>Відмінно</b>	Вищий рівень: студент глибоко і в повному обсязі засвоїв програмний матеріал, грамотно, вичерпно та логічно викладає його в усній або письмовій формі; при цьому знає рекомендовану літературу, виявляє творчий підхід і правильно обґрунтовує прийняті рішення, добре володіє різноманітними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, відмінно виконує текстові та графічні матеріали.
82 – 89	B	<b>Добре</b>	Середній рівень: студент знає програмний матеріал, грамотно, викладає його в усній або письмовій формі; припускаючи неточність у доказах, трактує поняття та категорії, при цьому володіє необхідними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, добре виконує текстові та графічні матеріали.
74 – 81	C		
64 – 73	D	<b>Задовільно</b>	Достатній рівень: студент знає тільки основний програмний матеріал, припускає неточності, недостатньо чітко формулювання, непослідовність у викладанні відповідей у усній або письмовій формі, при цьому невпевнено володіє вміннями та навичками виконання практичних задач, задовільно виконує текстові та графічні матеріали.
60 – 63	E		

35 – 59	FX	<b>Незадовільно з можливістю повторного складання</b>	Недостатній рівень: студент не володіє основним програмним матеріалом, допускає грубі помилки, які свідчать про нерозуміння матеріалу, у розрахунках отримані невірні результати, на запитання дає неправильні відповіді, припускає принципові помилки у доказах, трактовці понять та категорій; не володіє основними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, потрібна додаткова навчальна робота з дисципліни.
1 – 34	F	<b>Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</b>	Незадовільний рівень: студент не розуміє і не орієнтується у матеріалі, володіє основним програмним матеріалом, розрахунки не проводить до кінця; не дає відповіді на запитання; потрібний повторний курс вивчення дисципліни.

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни.

#### Модуль 1.

##### **Тема 1. Основні відомості про електронну будову атомів і хімічні зв'язки в речовинах.**

Основи матеріалознавства. Класифікація матеріалів електронної техніки. Електротехнічні, конструкційні та спеціального призначення матеріали. Сильномагнітні (магнетики) і слабкомагнітні матеріали. Провідникові, напівпровідникові та діелектричні матеріали. Пасивні та активні (керовані) діелектричних матеріали.

##### **Тема 2. Основні відомості про електронну будову атомів і хімічні зв'язки в речовинах.**

Планетарна модель атома. Повна енергія системи. Дозволені для електрона орбіти та їх енергія. Радіуси стаціонарних орбіт. Зовнішні електронні оболонки. Валентні електрони. Види хімічного зв'язку. Гомеополлярний (ковалентний) зв'язок. Обмінні сили та обмінна енергія. неполярними та полярними (дипольними) молекули. Дипольний момент. Гетерополярний (іонний) зв'язок. Енергія іонізації, спорідненість до електрона, міру електронегативності атома. Металевий зв'язок. Специфіка металевого зв'язку. Молекулярний зв'язок, або зв'язок Ван-дер-Ваальса.

##### **Тема 3. Будова твердих тіл.**

Кристалічні та аморфні матеріали. Кристалічна решітка. Типи просторових решіток, та кристалічних систем, види симетрії, класи, просторові групи. Монокристали та полікристали. Блочна будова. Анізотропією властивостей монокристалів. Склоподібні та аморфні матеріали. Розкльовання матеріалу. Дисперсна та компактна форма аморфних речовин.

##### **Тема 4. Поліморфізм і структурні дефекти в кристалічних тілах.**

Поліморфізм, поліморфні форми, алотропні модифікації речовини.  $\alpha$ ;  $\beta$ ,  $\gamma$  і т. д. модифікації. Дефекти структури кристалічних тіл. Динамічні (часові) і статичні (постійні) дефекти. Типи динамічних дефектів. Атомні (точкові) і протяжні недосконалості структури. Стехіометричні кристали. Дефекти по Шотткі (вакансії). Дефекти по Френкелю. Нестехіометричні кристали. Поняття про домішки, їх типи.

##### **Тема 5. Елементи зонної теорії.**

Зонна теорія. Обмінна взаємодія. Енергетичні зони. Розподіл електронів. Валентна зона, зона провідності. Заборонена зона. Висновки зонної теорії. Носії заряду – електрони та дірки. Ефективна маса носія заряду. Зміна ширини забороненої зони з температурою.

##### **Тема 6. Властивості матеріалів. Електричні властивості матеріалів.**

Поняття про властивості матеріалів, їх залежність від характеристик. Структурно-нечутливі та структурно-чутливі властивості. Густина струму Рухливість носіїв струму (заряду).. Поняття про вольт-амперну характеристику (ВАХ). Електрична провідність, питома провідність. диференціальна електрична провідність. Довжина вільного пробігу.

Теплова швидкість електронів. Типи провідності. Електронна, диркова та змішана провідність. Температурний коефіцієнт провідності, його знак. Іона провідність. Температурний коефіцієнт питомого опору. Вплив деформації на коефіцієнт питомого опору.

## Модуль 2.

### Тема 7. Акустичні і теплові властивості матеріалів.

Поняття про акустичні властивості матеріалів. Ефект нелінійності. Акустоелектронна взаємодія (АЕВ)), акустооптична взаємодія (АОВ)). Теплопровідність. Носії тепла у матеріалах. Закон Відемана-Франца. Теплове розширення. Ізобарний коефіцієнт об'ємного та лінійного теплового розширення.

### Тема 8. Механічні властивості матеріалів.

Поняття про механічні властивості матеріалів. Основні чинники, що впливають на них. Пружність, міцність, пластичність, крихкість, твердість. Механічне напруження. Деформація. Закон Гука. Поняття про криву напруження ( $\sigma$ ) – деформація ( $\epsilon$ ). Пружня, пластична деформація. Модуль Юнга. Коефіцієнт Пуассона. Межа пружності. Межа текучості. Верхня та нижня межі текучості. Зуб текучості. Пластична (залишкова) деформація. Межа міцності. Ударна в'язкість. Пластичне (в'язке), крихке і стомленісне руйнування. Методи вимірювання твердості. Числа твердості по Брінелю (НВ), Роквеллу (HRC) та Віккерсу (HV). Мікротвердість.

### Тема 9. Термодинаміка фазових рівноваг.

Поняття про матеріальну систему та зовнішнє середовище. Термодинамічна та – фізико-хімічна система. Ізольовані, закриті і відкриті системи. Рівноважний і нерівноважний стан системи. Однокомпонентна та багатоконпонентна, гомогенна і гетерогенна система. Поняття про фазу. Ознаки фази. Хімічний склад фази. Компоненти системи, їх число. Постійні та змінні по хімічному складу фази. Основні типи фаз в твердому стані. Хімічні сполуки. Тверді розчини. \Тверді розчини заміщення: тверді розчини проникнення: тверді розчини вилучення. Впорядковані та невпорядковані розчини. Механічні суміші. Параметри стану системи, термодинамічним процесом, функція стану (термодинамічний потенціал). Ізобарно-ізотермний потенціал (енергія Гіббса), енергія Гельмгольца; внутрішня енергія; ентальпія. Хімічний потенціал. Гетерогенна рівновага. Фазові рівноваги. Правило фаз Гіббса. Число ступенів вільності (варіантність) системи. Нонваріантність системи. Фазові перетворення. Типи фазових переходів. Фазові переходи I роду. Фазові переходи II роду.

### Тема 10. Загальні поняття про діаграми фазових рівноваг (діаграми стану).

Аналітично і графічний опис фазової рівноваги. Діаграмами стану систем. Основними методи побудови діаграм стану. Основні властивості фазових діаграм. Класифікація діаграм стану бінарних систем. Евтектична, перитектична, монотектична, синтектична, метатектична нонваріантна рівновага. Евтектоїдна, перитектоїдна, монотектоїдна нонваріантна рівновага. Основні поняття, що використовуються при побудові діаграм стану подвійних систем. Діаграми стану з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому і твердому станах. Лінія ліквідуса, солідуса. Правило важіля. Неперервні ряди твердих розчинів. Умови утворення неперервних твердих розчинів заміщення. Правило Вегарда. Ізотерми склад–властивість. Закон Курнакова. Основні закономірності зміни властивостей напівпровідникових систем з утворенням неперервних твердих розчинів.

### Тема 11. Т-х-діаграми стану подвійних систем з обмеженою розчинністю компонентів.

Граничні тверді розчини. Тверді розчини по типу заміщення. Тверді розчини по типу проникнення. Ретроградна розчинність. Діаграми стану систем з евтектичним перетворенням, Основні структурні складові сплавів у евтектичній системі. Діаграми стану систем з простою і виродженою евтектикою. Діаграми стану систем з перитектичним перетворенням. Діаграми стану систем з перитектичним перетворенням. Сполуки з конгруентним характером плавлення. Сполуки з інконгруентним характером плавлення. Фази з прихованим максимумом.

### Тема 12. Т-х-діаграми стану потрійних систем.

Зображення складів потрійних сплавів. Концентраційний трикутник (трикутника Гіббса). Основні способи кількісних розрахунків. Основні закономірності розташування сплавів у концентраційному трикутнику. Поняття про ізотермічні і політермічні розрізи.

Потрійні діаграми стану з необмеженою розчинністю. Потрійні діаграми стану з потрійною евтектикою. Основні групи поверхонь, які розділяють області різного фазового стану. Потрійні діаграми стану з стійкою і нестійкою хімічними сполуками.

### Модуль 3

#### **Тема 13. Фізичні процеси в провідниках і їх властивості.**

Фізична природа електропровідності металів. Електропровідність, питомий електричний опір. Провідниками електричного струму. Провідники з електронною електропровідністю (провідники першого роду). Основи класичної електронної теорії металів. Закон Ома. Закон Відемана-Франца. Число Лоренца. Основи квантової теорії електропровідності металів. Статистика Фермі-Дірака. Енергія Фермі.

#### **Тема 14. Температурна залежність питомого опору металевих провідників.**

Співвідношення де Бройля. Температура Дебая. Закон Блоха-Грюнайзена. Температурний коефіцієнт питомого опору. Залишковий опір. Правило Маттіссена.

#### **Тема 15. Електричні властивості металевих сплавів.**

Залежність питомого опору від складу сплавів. Залежність питомого опору і температурного коефіцієнту питомого опору сплавів від процентного вмісту компонентів.

#### **Тема 16. Електричні властивості провідників на високих частотах та металічних плівок.**

Опір провідників на високих частотах. Поверхневий ефект (СКІН – ефект). Опір квадрату поверхні. Опір тонких металічних плівок. Розмірний ефект.

#### **Тема 17. Контактні явища і термо ЕРС.**

Контактна різниця потенціалів. Закони Вольта. Термоелектричні явища. Ефекти Зеебека, Пельтьє і Томсона. Термоелектрорушійна сила (термо-ЕРС).

#### **Тема 18. Припої. Неметалеві провідні матеріали.**

Поняття про припой. Дві групи припою. Флюси, вимоги до них. Активні (кислотні) флюси. Безкислотні флюси. Активовані флюси. Антикорозійні флюси. Неметалеві провідні матеріали. Вуглецеві матеріали. Природний графіт. Піролітичний вуглець скловуглець. Композиційні провідні матеріали. Контактні. Керметами. Провідні матеріали на основі окислів.

#### **Тема 19. Фізичні процеси в напівпровідниках і їх властивості.**

Власний та домішковий напівпровідник. Поняття про донори та акцептори.

#### **Тема 20. Температурні залежності концентрації носіїв заряду та питомої електропровідності напівпровідників.**

Температурні залежності рухливості носіїв заряду для невідродженого напівпровідника. Енергія іонізації домішок. Область виснаження домішок. Область власної електропровідності.

#### **Тема 21. Оптичні явища в напівпровідниках.**

Закон Бугера-Ламберта. Власне поглинання у напівпровідниках. Екситонне поглинання. Поглинання світла носіями заряду. Домішкове поглинання світла. Поглинання світла решіткою.

#### **Тема 22. Фотоелектричні явища в напівпровідниках.**

Фотоелектричний ефект (фотоелектр). Внутрішній і зовнішній фотоелектричні ефекти. Фоторезистивний ефект. Фотопровідність. Ефект власної фотопровідності. Ефект домішкового поглинання. Біполярна та уніполярна фотопровідність. Квантовий виход внутрішнього фотоелектричного ефекту. Релаксація фотоелектричності, час релаксації.

Фотогальванічний ефект. Фотоелектрорушійна сила (фото-ЕРС). Фотодіод.

#### **Тема 23. Термоелектричні явища в напівпровідниках.**

Термоелектрорушійна сила (термо-ЕРС). Механізм виникнення термо-ЕРС. Явище Зеебека. Ефект Пельтьє. Коефіцієнт Пельтьє. Явище Томсона

#### **Тема 24. Гальваномагнітні явища в напівпровідниках.**

Ефект Холла. Конструкції магніторезисторів. Диск Корбіно. Ефект Гаусса.

#### **Тема 25. Класифікація напівпровідникових матеріалів.**

Неорганічні напівпровідники. Органічні напівпровідники.

#### **Тема 26. Основні властивості германію, кремнію і карбіду кремнію.**

Властивості германію, його застосування. Властивості кремнію, його застосування. Властивості карбіду кремнію, його застосування.

## Модуль 4

### **Тема 27. Основні властивості і застосування напівпровідникових сполук $A^{III}B^V$ та твердих розчинів на їх основі.**

Кристалічна структура і хімічний зв'язок у сполуках  $A^{III}B^V$ . Фізико-хімічні та електричні властивості сполук  $A^{III}B^V$ . Домішки та дефекти структури. Рекомбінація носіїв заряду. Застосування напівпровідникових сполук типу  $A^{III}B^V$ . Інжекційні лазери і світлодіоди. Генератори НВЧ-коливань (генератор Ганна) Польові транзистори і швидкодіючі інтегральні мікросхеми.

### **Тема 28. Фізичні процеси в діелектриках і їх властивості.**

Поляризація діелектриків. Механізми поляризації. Електронна поляризація. Іонна поляризація. Дипольно-релаксаційна поляризація. Іонно-релаксаційна поляризація. Електронно-релаксаційна поляризація. Міграційна поляризація. Спонтанна (самосвавільна) поляризація.

### **Тема 28. Втрати в діелектриках.**

Паралельна і послідовна еквівалентні схеми діелектрика із втратами. Векторні діаграми втрат. Основні види діелектричних втрати. Втрати на електропровідність. Частотні і температурні залежності втрат на електропровідність. Релаксаційні втрати. Іонізаційні втрати.

### **Тема 29. Пробій діелектриків.**

Поняття про явище пробою у матеріалах. Пробивна напруга. Електрична міцність. Пробій газів. Негативний та позитивний стример. Пробій газу в однорідному полі. Пробій газу в неоднорідному полі. Пробій твердих діелектриків. Основні механізми пробою. Електричний пробій. Електричне зміцнення матеріалів. Тепловий пробій. Іонізаційний пробій. Електрохімічний пробій. Поверхневий пробій.

### **Тема 30. Неорганічні стекла. Ситали.**

Елементарні, халькогенідні та оксидні скла. Безлужні стекла. Лужні стекла без важких оксидів або з незначним їх змістом. Лужні скла. Електровакуумні стекла. Платинові (платинітові), молибденові та вольфрамові стекла. Ізоляторні стекла. Кольорові стекла. Лазерні стекла. Скловолокно. Світловоди. Ситали. Установчі ситали. Конденсаторні ситали

### **Тема 31. Класифікація активних діелектриків (АД). Сегнетоелектрики.**

Активними діелектриками. Сегнетоелектриками. Класифікація сегнетоелектриків Іонні кристали. Дипольні кристали. Доменна поляризація. Мікроскопічний механізм спонтанної поляризації. Антисегнетоелектриками. Застосування сегнетоситалів.

### **Тема 32. П'єзоелектрики.**

Прямий п'єзо ефект. Обернений п'єзо ефект. Поздовжній і поперечний п'єзо ефекти. П'єзоелектрики. П'єзокераміка. Застосування п'єзокераміки.

### **Тема 33. Піроелектрики. Електрети.**

Використання піроелектриків. Принцип дії піроелектричних фотоприймачів. Електрет. Використання електретів. Матеріали для твердотільних лазерів. Електрооптичні матеріали. Лінійний електрооптичний ефект (ефект Погкельса). Квадратичний електрооптичний ефект (ефектом Керра). Матеріали для нелінійної оптики. Магнітооптичні і акустооптичні матеріали.

### **Тема 34. Рідкі кристали.**

Смектичні, нематичні і холестеричні рідкі кристали. Термохромний ефект. Ефект динамічного розсіювання світла. Польовий «твіст»-ефект (розкручування нематической фаз

### **Тема 35. Магнітні матеріали.**

Магнітна сприйнятливність матеріалу. Відносна магнітна проникність. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Діамагнетики. Парамагнетики. Закон Кюрі – Вейса. Феромагнетики. Антиферомагнетики. Точка Нееля (або антиферомагнітна точка Кюрі).

### **Тема 36. Класифікація магнітних матеріалів. Властивості магнітних матеріалів.**

Магнітом'які матеріали. Низьконікелеві сплави. Високонікелеві сплави. Альсифери. Магнітотверді матеріали. Магнітні матеріали спеціалізованого призначення.

### **Тема 37. Властивості магнітних матеріалів спеціального призначення.**

Коефіцієнт прямокутності петлі гістерезису (ППГ). Вимоги до матеріали з ППГ. Залеж-

ність від температури.Стрічкові мікронні сердечники.Ферити для пристроїв НВЧ. Магнітооптичний ефект Фарадея. Феромагнітний резонанс. Ширина лінії феромагнітного резонансу.Магнітострикційні матеріали.

## 6.2.Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1.</b>						
Тема 1. Основні відомості про електронну будову атомів і хімічні зв'язки в речовинах.	5	2	-	-	-	3
Тема 2. Основні відомості про електронну будову атомів і хімічні зв'язки в речовинах.	7	3	-	-	-	4
Тема 3. Будова твердих тіл.	11	2	-	5	-	4
Тема 4. Поліморфізм і структурні дефекти в кристалічних тілах.	10	3	-	4	-	3
Тема 5. Елементи зонної теорії.	5	2	-	-	-	3
Тема 6. Властивості матеріалів. Електричні властивості матеріалів.	5	2	-	-	-	3
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовий модуль 2.</b>						
Тема 7. Акустичні і теплові властивості матеріалів.	5	2	-	-	-	3
Тема 8. Механічні властивості матеріалів.	5	2	-	-	-	3
Тема 9. Термодинаміка фазових рівноваг.	10	2	-	5	-	3
Тема 10. Загальні поняття про діаграми фазових рівноваг (діаграми стану).	10	2	-	4	-	4
Тема 11. Т-х-діаграми стану подвійних систем з обмеженою розчинністю компонентів.	7	3	-	-	-	4
Тема 12. Т-х-діаграми стану потрійних систем.	7	3	-	-	-	4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>21</b>
<b>Модуль 3</b>						
<b>Змістовий модуль 3.</b>						
Тема 13. Фізичні процеси в провідниках і їх властивості.	3	2	-	-	-	1
Тема 14. Температурна залежність питомого опору металевих провідників.	2	1	-	-	-	1
Тема 15. Електричні властивості металевих сплавів.	3	1	-	-	-	2
Тема 16. Електричні властивості	2	1	-	-	-	1

провідників на високих частотах та металічних плівок.						
Тема 17. Контактні явища і термо ЕРС.	3	1	-	-	-	2
Тема 18. Припої. Неметалеві провідні матеріали.	2	1	-	-	-	1
Тема 19. Фізичні процеси в напівпровідниках і їх властивості.	2	1	-	-	-	1
Тема 20. Температурні залежності концентрації носіїв заряду та питомої електропровідності напівпровідників.	4	2	-	-	-	2
Тема 21. Оптичні явища в напівпровідниках.	4	2	-	-	-	2
Тема 22. Фотоелектричні явища в напівпровідниках.	3	1	-	-	-	2
Тема 23. Термоелектричні явища в напівпровідниках.	3	1	-	-	-	2
Тема 24. Гальваноманітні явища в напівпровідниках.	3	2	-	-	-	1
Тема 25. Класифікація напівпровідникових матеріалів.	2	1	-	-	-	1
Тема 26. Основні властивості германію, кремнію і карбїду кремнію.	2	1	-	-	-	1
Разом за змістовим модулем 3	38	18	-	-	-	20
<b>Модуль 4</b>						
<b>Змістовий модуль 4.</b>						
Тема 27. Основні властивості і застосування напівпровідникових сполук $A^{III}B^V$ та твердих розчинів на їх основі.	4	2	-	-	-	2
Тема 28. Фізичні процеси в діелектриках і їх властивості.	4	2	-	-	-	2
Тема 28. Втрати в діелектриках.	3	1	-	-	-	2
Тема 29. Пробїї діелектриків.	3	1	-	-	-	2
Тема 30. Неорганічні стекла. Ситали.	2	1	-	-	-	1
Тема 31. Класифікація активних діелектриків (АД). Сегнетоелектрики.	4	2	-	-	-	2
Тема 32. П'єзоелектрики.	3	1	-	-	-	2
Тема 33. Піроелектрики. Електрети.	4	2	-	-	-	2
Тема 34. Рідкі кристали.	2	1	-	-	-	1
Тема 35. Манітні матеріали.	3	1	-	-	-	2
Тема 36. Класифікація манітних матеріалів. Властивості манітних матеріалів.	4	2	-	-	-	2
Тема 37. Властивості манітних матеріалів спеціального призначення..	4	2	-	-	-	2
Усього за модуль 4	40	18	-	-	-	22
Усього годин	165	64		18		83

### 6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження температурних залежностей електричного опору металічних провідникових матеріалів	5
2.	Дослідження температурних залежностей електропровідності напівпровідників	4
3.	Дослідження діелектричних властивостей пасивних діелектриків.	5
4.	Визначення електричної міцності діелектриків.	4
	Разом	18

### 6.4. Тематичний план самостійної роботи

№ з/п	Тема	Кількість годин
	<b>Модуль 1.</b>	
1	Електротехнічні, конструкційні та спеціального призначення матеріали.	3
2	Види хімічного зв'язку.	4
3	Типи просторових решіток, та кристалічних систем, види симетрії, класи, просторові групи.	4
4	Дефекти структури кристалічних тіл.	3
5	Зміна ширини забороненої зони з температурою.	3
6	Структурно-нечутливі та структурно-чутливі властивості.	3
		<b>20</b>
	<b>Модуль 2.</b>	
7	Акустoeлектронна взаємодія (АЕВ), акустооптична взаємодія (АОВ).	3
8	Методи вимірювання твердості.	3
9	Постійні та змінні по хімічному складу фази. Основні типи фаз в твердому стані.	3
10	Основні поняття, що використовуються при побудові діаграм стану подвійних систем.	4
11	Основні структурні складові сплавів у евтектичній системі.	4
12	Основні закономірності розташування сплавів у концентраційному трикутнику. Поняття про ізотермічні і політермічні розрізи.	4
	<b>Разом:</b>	<b>21</b>
	<b>Модуль 3.</b>	
13	Основи класичної електронної теорії металів.	<b>1</b>
14	Температурний коефіцієнт питомого опору.	<b>1</b>
15	Залежність питомого опору від складу сплавів.	<b>2</b>
16	Поверхневий ефект (СКІН – ефект).	<b>1</b>
17	Термоелектричні явища. Ефекти Зеебека, Пельтьє і Томсона.	<b>2</b>
18	Флюси, вимоги до них.	<b>1</b>
19	Поняття про донори та акцептори.	<b>1</b>
20	Енергія іонізації домішок.	<b>2</b>
21	Поглинання світла носіями заряду.	<b>2</b>
22	Квантовий виход внутрішнього фотоелектру	<b>2</b>
23	Явище Зеебека. Ефект Пельтьє	<b>2</b>
24	Конструкції магніторезисторів. Диск Корбіно.	<b>1</b>
25	Органічні напівпровідники.	<b>1</b>
26	Властивості карбіду кремнію, його застосування.	<b>1</b>
	<b>Разом:</b>	<b>20</b>

<b>Модуль 4.</b>		
27	Застосування напівпровідникових сполук типу А <sup>III</sup> В <sup>V</sup> .	<b>2</b>
28	Електронно-релаксаційна поляризація.	<b>2</b>
29	Основні види діелектричних втрат.	<b>2</b>
30	Платинові (платинітові), молібденові та вольфрамові стекла.	<b>2</b>
31	Мікроскопічний механізм спонтанної поляризації.	<b>1</b>
32	Поздовжній і поперечний п'єзоефекти.	<b>2</b>
33	Електрооптичні матеріали. Лінійний електрооптичний ефект (ефект Поккельса).	<b>2</b>
34	Польовий «твіст»-ефект (розкручування нематической фаз.	<b>2</b>
35	Діамагнетики. Парамагнетики.	<b>1</b>
36	Низьконікелеві сплави. Високонікелеві сплави.	<b>2</b>
37	Ферити для пристроїв НВЧ.	<b>2</b>
	<b>Разом:</b>	<b>22</b>
	<b>Усього:</b>	<b>83</b>

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Комп'ютерний клас.

Програми: Simulink, VisSim, LabSim, MVTU, MATLAB, SimPowerSystems.

## **8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Методичне забезпечення**

1. Електронний навчальний курс з дисципліни «Матеріали і компоненти електроніки» на платформі Moodle вміщує методичне забезпечення включаючи: лекції, презентації до лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, глосарій термінів тощо.

### **Базова**

1. Пасынков Н.С., Сорокин С.В. Материалы электронной техники. В 2- т. / М.:Академия;2007.-543с.
2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. / СПб.:Питер;2004.-321с.
3. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник. 5-е изд., стер. / СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 368 с.
4. Богородский И.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы./Л.: Энергия, 1977.- 254с..
5. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы./ М.: Высшая школа;1973.-369с..
6. Богородский И.П., Пасынков В.В. Материалы радиоэлектронной техники./ М.: Высшая школа;.1969.-297с..
7. Рез И.С., Поплавко Ю.М. Диэлектрики.Основные свойства и применение в эдектронике./ М.: Радио и связь, 1989.-191с.  
Ормонт Л.Е. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников [DjVu, RUS] <http://www.predloji.ru/catalogfiles/126/86585>

### **Допоміжна**

1. Демаков Ю.П. Радиоматериалы и радиокомпоненты ч.1: Радиотехнические материалы./ Москва: ВИНТИ , 1997. – 115с.
2. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие/ К.С.Петров. /СПб.: Питер, 2003. – 512с.: ил.
3. Тихомиров Н.Н., Радиоматериалы и радиокомпоненты: Учебное пособие./ М.: Выс-

- шая школа, 1999. – 157с.
4. Гоев И.М., Радиоматериалы: Учебное пособие. / Воронеж: «Энергоатомиздат», 1994. - 91с.
  5. Хандогин М.С., Учебное пособие по курсу «Радиоматериалы, радиокомпоненты и основы микроэлектроники». /Минск.: МРТИ, 1991. -141с.
  6. Свитенко В.Н., Элементы и компоненты РЭУ. Радиоматериалы.: Учебное пособие/ Киев, 1990. - 93с.
  7. Конструкционные и электротехнические материалы под редакцией В.А. Филипова. / М.: Высшая школа,1990. – 95с.
- Никулин Н.В., Электроматериаловедение. / М.: Высшая школа, 1989. – 56с.  
Электрорадиоматериалы. Под ред. Тареева Б.М. Учебное пособие./ М.: Высшая школа, 1978. -321с.