

[RE-10] ЕЛЕКТРОРАДІОМАТЕРІАЛИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 - Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 2-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 16 год, Практ. год, Лаб. 30 год, СРС. 74 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Непочатих Ю. В. , Лаб.: Непочатих Ю. В. , СРС.: Непочатих Ю. В.
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна "Електрорадіоматеріали" належить до циклу професійної підготовки і виступає первинною складовою частиною сукупності тих дисциплін, що готують студента до його майбутньої проектно-конструкторсько-технологічної діяльності.

Мета викладання дисципліни: формування у студентів здатностей:

- оцінювати умови експлуатації матеріалу;
- складати вимоги до матеріалу відповідно до умов його експлуатації;

- проводити обґрунтований вибір матеріалів відповідно до їх призначення, умов експлуатації та технології.

Предмет дисципліни: властивості електрорадіоматеріалів, їх параметри і вплив на них різних факторів. Дисципліна дає певні знання та розуміння дії різноманітних технологічних та експлуатаційних факторів впливу на властивості матеріалів, особливостей їх поведінки у різних умовах виробництва та використання і, за необхідності, — механізмів цілеспрямованої зміни властивостей матеріалів.

Програмні результати навчання:

знання:

- складу та структури матеріалів;
- властивостей матеріалів;
- впливу на властивості матеріалів зовнішніх факторів;
- параметрів і можливостей використання матеріалів;
- класифікації матеріалів, марок матеріалів;

уміння:

- пов'язувати властивості матеріалу з його складом, структурою, технологією одержання і формоутворення;
- прогнозувати залежність властивостей матеріалу від умов його експлуатації;
- вимірювати параметри матеріалів.

досвід:

- використовувати сукупність знань і умінь з метою вибору матеріалу для використання у радіоелектронному засобі.

Програмні результати навчання з освітньої програми:

ПРН 4: пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією;

ПРН 18: знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук;

ПРН 28: застосовувати методи та засоби впливу на параметри фізичного середовища;

ПРН 31: застосовувати ... новітні матеріали при проектуванні радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Міждисциплінарні зв'язки:

Для вивчення дисципліни необхідне засвоєння студентами розділів “електрика” і “магнетизм” з фізики, а також необхідні знання з математики (в обсязі, що його викладають на першому курсі), хімії (хоча б у обсязі шкільного курсу) і основ теорії кіл.

Отримані знання забезпечують дисципліни: “Електронні компоненти”, “Мехатроніка”, “Проектування інтелектуальної радіоелектронної апаратури”, “Елементи інтелектуальної радіоелектронної апаратури”, “Технологія виробництва

радіоелектронної апаратури", "Технологія виробництва електронної апаратури: технології складання, монтажу, налаштування, контролю та випробувань".

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Разом	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів	14	8			6
Тема 2. Діелектрики	46	18		8	20
Тема 3. Магнітні матеріали	24	6		8	10
Тема 4. Провідникові матеріали	12	4		2	6
Модульна контрольна робота	4				4
Домашня контрольна робота	14				14
Підготовка до заліку	6				6
Разом годин	120	36		18	66

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Поплавко Ю. М. Фізичне матеріалознавство: навчальний посібник / Ю. М. Поплавко, С.О. Воронов. — К.: Інтернет-видавництво Національного Технічного університету України, 2015. — 699 с.
2. Матеріали радіоелектронної апаратури та телекомунікаційних систем. Курс лекцій: навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. П. Мірошніченко, Г. В. Іваннік. — Електронне мережне навчальне видання — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 242 с.
3. Електротехнічні матеріали: Курс лекцій. Частина 1. Діелектричні матеріали. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.М. Кириленко, К.В. Кириленко, В.М. Головка. — Електронні текстові дані (1 файл: 6,698 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 224 с.
4. Лишук В. В. Електрорадіоматеріали: навчальний посібник / В. В. Лишук. — Луцьк: 2016. — 324 с.
5. Леонт'єв В. О. Електротехнічні матеріали: навчальний посібник / В. О. Леонт'єв, С. В. Бевз, В. А. Видмиш. — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 122 с.
6. Курс лекцій з дисципліни «Електро-, радіо- та акустичні матеріали» для бакалаврів напряму 6.050803 «Акустотехніка» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ»; уклад. В. С. Дідковський, С. А. Найда, О. В. Богданов. — Електронні текстові дані (1 файл: 1,7 Мбайт). — Київ: НТУУ «КПІ», 2012. — 190 с.
7. Швець Є. Я. Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник / Є. Я. Швець, І. Ф. Червоний, Ю. В. Головка — Запоріжжя: ЗДІА, 2011. — 278 с.
8. Електрорадіоматеріали: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю. В. Непочатих. — Електронні текстові дані (1 файл: 1,17 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 72 с.
9. Методичні вказівки щодо виконання домашніх завдань, розрахунково-графічних і

контрольних робіт з дисципліни «Матеріалознавство РЕЗ» для студентів спеціальності «Конструювання та технологія радіоелектронних засобів» усіх форм навчання / уклад. Біденко В.А., Огурцов С.В., Богомолів М.Ф. — Київ: КПІ, 1990. — 32 с.

Додаткова

10. Бовсуновський А. П. Електротехнічні матеріали: короткий довідник / А. П. Бовсуновський. — К.: НУХТ, 2012. — 36 с.

11. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994. 36 с.

12. ДСТУ 2725-94. Матеріали магнітні. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994. 34 с.

13. ДСТУ 2815-94. Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид.офіц. Київ: ДП«УкрНДНЦ», 1994.58 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів. Лекція 1. Параметри електрорадіоматеріалів. <i>Перелік основних питань:</i> Взаємозв'язок між властивостями, складом і структурою матеріалів. Макроскопічні параметри електрорадіоматеріалів. Параметри, що характеризують втрати. [3, с.14-16, 21-31; 4, с.15-19, 200-211; 5, с.130-144; 6, с.213-225]. <i>Завдання на СРС:</i> Елементи зонної теорії твердого тіла. [1, с.9-15, 4 с.9-15, 19-26].
2	Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів. Лекція 2. Класифікація електрорадіоматеріалів <i>Перелік основних питань:</i> Класифікація матеріалів за їх реакцією на вплив електричного і магнітного полів. Розгляд критеріїв розподілу матеріалів на діелектрики, напівпровідники, провідники. [1, с.12-15;3, с.10-14;4, с.7-9;5, с.5-10;6, с.25-34]. <i>Завдання на СРС:</i> Класифікація матеріалів за агрегатним станом. Плазма. [1, с.22-30;3, с.47-52, 232].
3	Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів. Лекція 3. Класифікація електрорадіоматеріалів. <i>Перелік основних питань:</i> Класифікація за реакцією на зміну амплітуди електромагнітного впливу. Класифікація за реакцією на електромагнітний вплив синусоїдальної форми. Класифікація за реакцією на зміну частоти. Класифікація за реакцією на напрям електромагнітного впливу. [3, с.46-47; 4, с.188-189; 5, с.5-10]. <i>Завдання на СРС:</i> Фаза складної системи. Кристалічні і некристалічні фази. [2, с.7-11; 3, с.27-31; 4, с.15-19; 5, с.8-10].

4	Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів. Лекція 4. Класифікація електрорадіоматеріалів. <i>Перелік основних питань:</i> Класифікація електрорадіоматеріалів за впорядкованістю будови. Кристалізація. Аморфний і склоподібний стани матеріалу. Різновиди склоподібних матеріалів. [2, с.24-32, 508-514; 3, с.192-193, 205-207; 4, с.243-244; 5, с.195-196]. <i>Завдання на СРС:</i> Схема технології виготовлення ситалів. [1, с.167-168; 2, с.512-514; 3, с.205-207; 4, с.250-252; 5, с.199-200].
5	Тема 2. Діелектрики. Лекція 5. Поляризація діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Макроскопічні параметри діелектриків. Мікроскопічні параметри діелектриків. Механізми і моделі поляризації діелектриків. Механічні моделі пружної і теплової поляризацій. [6, с.7-16, 42-55; 7, с.40-49]. <i>Завдання на СРС:</i> Еквівалентна схема діелектрика, у якому існують різні механізми поляризації. [1, с.17-18; 3, с.39-40; 4, с.183-184].
6	Тема 2. Діелектрики. Лекція 6. Поляризація діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Електронна пружна поляризація. Іонна пружна поляризація. Полярна вісь — елемент симетрії полярних кристалів. Дипольна пружна поляризація. [1, с.18-19; 3, с.40-42; 4, с.184-185; 5, с.114-116; 6, с.93-108]. <i>Завдання на СРС:</i> Дипольна пружна поляризація у піроелектриках. [6, с.106, 172-174].
7	Тема 2. Діелектрики. Лекція 7. Поляризація діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Дипольна тепла поляризація. Іонна тепла поляризація. Електронна тепла поляризація. [1, с.19-21; 3, с.42-45; 4, с.185-187; 5, с.116; 6, с.117-132]. <i>Завдання на СРС:</i> Міграційна, або об'ємнозарядова, поляризація. [1, с.21; 3, с.45; 4, с.188; 5, с.116-117; 6, с.50-51, 54, 86].
8	Тема 2. Діелектрики. Лекція 8. Поляризація діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Взаємозв'язок між макроскопічними і мікроскопічними параметрами діелектриків. Особливості поляризації неполярних діелектриків. Формула Мосотті. Поляризаційна катастрофа. [6, с.42-46, 85-88, 93-104, 132-135, 137-142; 5, с.208-215]. <i>Завдання на СРС:</i> Повторити матеріал лекції.
9	Тема 2. Діелектрики. Лекція 9. Поляризація, що виникає без впливу електричного поля. <i>Перелік основних питань:</i> Різновиди поляризації, що виникають без впливу електричного поля. Піроелектрики. Сегнетоелектрики. Фазові переходи 1-го і 2-го роду у речовинах. Доменна структура. Доменні стінки. Гістерезис. Основна крива поляризації. Параметри сегнетоелектриків. Вплив частоти, температури. [1, с.27-29, 55-56; 4, с.261-273, 278-281; 5, с.208-222, 241-245; 6, с.167-169, 172-176, 185-196, 350-354]. <i>Завдання на СРС:</i> Залишкова поляризація. Електрети. Умови утворення електретів. Класифікація електретів. [3, с.58-60; 4, с.281-283; 5, с.267-272; 6, с.182-185].

10	Тема 2. Діелектрики. Лекція 10. Поляризація, що виникає без впливу електричного поля. <i>Перелік основних питань:</i> П'єзополаризація. Прямий і зворотний п'єзоефекти. Електрострикція. Монокристалічні і керамічні п'єзоматеріали. [4, с.273-278; 5, с.227-241; 6, с.169-172]. <i>Завдання на СРС:</i> Застосування активних діелектриків. Конденсатори. Піроелектричні датчики, півовідікони. Стабілізація температури. П'єзодвигуни. П'єзотрансформатори. [4, с.268-273, 276-278, 282-283].
11	Тема 2. Діелектрики. Лекція 11. Електропровідність діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Струм зміщення і струм наскрізної провідності. Основні параметри, що характеризують електропровідність діелектриків. Різновиди носіїв струму і механізмів провідності діелектриків. Залежність провідності діелектриків від температури; порівняння з напівпровідниками. [1, с.30-41; 4, с.193-200; 5, с.122-130; 6, с.25-26, 196-208]. <i>Завдання на СРС:</i> Питомі об'ємний і поверхневий опори діелектриків. Вплив вологи на електропровідність твердих діелектриків. [1, с.42-43; 3, с.62-64, 69-72; 4, с.194-195].
12	Тема 2. Діелектрики. Лекція 12. Електрична міцність діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Визначення поняття «пробій діелектриків». Різновиди пробою. Фактори, що впливають на напруженість пробою. Механізм електронного пробою. Лавина. Стример. Вплив температури, тиску, частоти. [1, с.58-69; 3, с.89-101; 4, с.211-220; 5, с.144-150; 6, с.317-327]. <i>Завдання на СРС:</i> Електротепловий пробій. Електрохімічний пробій. [1, с.69-73; 3, с.101-105; 4, с.220-224; 5, с.150-153; 6, с.339-350].
13	Тема 2. Діелектрики. Лекція 13. Різновиди діелектриків. <i>Перелік основних питань:</i> Високочастотні і низькочастотні діелектрики. Просторові і лінійні полімери. Композиційні порошкові пластмаси. Шаруваті пластмаси. Неорганічне скло. Вплив хімічного складу скла на його властивості. Безлужне скло. Лужне скло без важких оксидів. Лужне скло з великим вмістом важких оксидів. Ситали. Особливості технології виготовлення. Структура ситалів і їх властивості. Установочні і конденсаторні ситали. [1, с.101-126, 148-155, 160-165; 3, с.121-141, 147-153, 169-207; 4, с.225-240, 243-252; 5, с.172-184, 188-200]. <i>Завдання на СРС:</i> Кераміка. Особливості технології виготовлення. Структура кераміки і її властивості. Різновиди кераміки. Установочна і конденсаторна кераміка. [1, с.168-175; 3, с.207-230; 4, с.252-260; 5, с.200-204].
14	Тема 3. Магнітні матеріали. Лекція 14. Фізичні процеси у магнітних матеріалах та їх властивості. <i>Перелік основних питань:</i> Класифікація речовин за магнітними властивостями. Природа феро- і феримагнетизму. Класифікація сильномагнітних матеріалів. Петля гістерезису. Початкова і основна криві намагнічування. Параметри сильномагнітних матеріалів. Намагнічування змінним полем. [1, с.267-275; 3, с.352-360, 363; 4, с.296-324; 5, с.273-285]. <i>Завдання на СРС:</i> Повітряний зазор у розімкненому магнітному колі. [5, с.286-287].

15	Тема 3. Магнітні матеріали. Лекція 15. Магнітно-м'які матеріали для низьких, високих і надвисоких частот. <i>Перелік основних питань:</i> Вимоги до магнітно-м'яких матеріалів. Залізо підвищеної чистоти (електролітичне і карбонільне) і технічно чисте залізо. Кремніста електротехнічна сталь. Текстурована сталь. Низькокоерцитивні сплави (пермалої, альсіфер). [1, с.275-281; 3, с.364-371; 4, с.326-333; 5, с.287-295]. <i>Завдання на СРС:</i> Магнітні матеріали спеціального призначення (матеріали з прямокутною петлею гістерезису, магнітострикційні матеріали). [1, с.281-283; 3, с.384-388; 4, с.344-349; 5, с.304-313, 327-329].
16	Тема 3. Магнітні матеріали. Лекція 16. Магнітно-м'які матеріали для низьких, високих і надвисоких частот. <i>Перелік основних питань:</i> Ферити. Одержання феритів. Магнітні і електричні властивості феритів. Застосування феритів. Магнітодіелектрики. [1, с.283-289; 3, с.371-384; 4, с.333-344; 5, с.295-304]. <i>Завдання на СРС:</i> Магнітно-тверді матеріали (особливості технології виготовлення і різновиди) [1, с.291-298; 3, с.388-396; 4, с.349-358; 5, с.317-327].
17	Тема 4. Провідникові матеріали. Лекція 17. Класифікація і основні властивості провідникових матеріалів. <i>Перелік основних питань:</i> Класифікація провідникових матеріалів. Питомий опір провідників. Вплив деформацій, температури. Питомий опір сплавів. Теплопровідність провідників. Термоелектрорушійна сила. [1, с.186-197; 3, с.231-250; 4, с.27-45, 52-55; 5, с.11-19]. <i>Завдання на СРС:</i> Теплопровідність провідників. Температурний коефіцієнт лінійного розширення. [1, с.195-197; 3, с.249, 251; 5, с.18-20].
18	Тема 4. Провідникові матеріали. Лекція 18. Різновиди провідникових матеріалів. <i>Перелік основних питань:</i> Матеріали високої провідності. Надпровідники і кріопровідники. Сплави високого опору. Сплави для термопар. [1, с.198-213, 219-223; 3, с.240-243, 252-260, 283-289; 4, с.56-74; 5, с.20-30, 36-40]. <i>Завдання на СРС:</i> Тензометричні сплави. Контактні матеріали. Припої і флюси. [1, с.223-226; 3, с.280-282; 4, с.85-86; 5, с.40-43].

Лабораторні заняття

Основна мета лабораторних занять:

- перевірка набутих теоретичних знань на практиці;
- набуття навичок роботи з вимірювальними приладами та обладнанням;
- оволодіння методами вимірювання параметрів та зняття характеристик;
- набуття навичок оцінки експериментальних даних та оформлення висновків.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Тема 2. Діелектрики. Лабораторна робота №4. Дослідження п'єзоелектриків. [8, с. 34 – 49]. <i>Завдання на самостійну роботу:</i> оформити звіт про роботу та підготувати відповіді на контрольні запитання. [8, с. 49].	4

2	Тема 2. Діелектрики. Лабораторна робота №5. Дослідження сегнетоелектриків.[8, с. 50 – 61]. <i>Завдання на самостійну роботу:</i> оформити звіт про роботу та підготувати відповіді на контрольні запитання. [8, с. 61].	4
3	Тема 3. Магнітні матеріали. Лабораторна робота №6. Дослідження дисперсії магнітної проникності феритів (4 години).[8, с. 62 – 70]. <i>Завдання на самостійну роботу:</i> оформити звіт про роботу та підготувати відповіді на контрольні запитання. [8, с. 70].	4
4	Тема 3. Магнітні матеріали. Лабораторна робота №2. Дослідження впливу пружних деформацій на властивості магнітно-м'яких матеріалів. [8, с. 17 – 23]. <i>Завдання на самостійну роботу:</i> оформити звіт про роботу та підготувати відповіді на контрольні запитання. [8, с. 23].	4
5	Тема 4. Провідникові матеріали. Лабораторна робота №3. Електрична провідність радіотехнічних матеріалів. Виконати пункти: 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1, 3.3.1, 3.4. [8, с. 24 – 33]. <i>Завдання на самостійну роботу:</i> оформити звіт про роботу та підготувати відповіді на контрольні запитання. [8, с. 33].	2

6. Самостійна робота студента

Студенти виконують завдання, що винесене на самостійне опрацювання. Крім того, студенти виконують домашню контрольну роботу (ДКР). Метою цієї роботи є закріплення лекційного матеріалу, розширення кругозору у галузі матеріалознавства, розвиток навичок розв'язання практичних задач та графоаналітичних побудов. Варіанти домашньої контрольної роботи викладені у методичних вказівках [9] (100 варіантів). Кожен студент отримує індивідуальний варіант, який складається з 4-ох задач і теоретичних питань. Завдання видають студентам на 6-му тижні. 16-ий тиждень є останнім для виконання розрахунково-графічної роботи.

№ з/п	Назва теми, що винесено на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1. Загальні положення. Класифікація електрорадіоматеріалів. Елементи зонної теорії твердого тіла. [1, с.9-15, 4 с.9-15, 19-26]. Класифікація матеріалів за агрегатним станом. Плазма. [1,с.22-30;3,с.47-52,232]. Фаза складної системи. Кристалічні і некристалічні фази. [2, с.7-11; 3, с.27-31; 4, с.15-19; 5, с.8-10]. Схема технології виготовлення ситалів. [1, с.167-168; 2, с.512-514; 3, с.205-207; 4, с.250-252; 5, с.199-200].	6

2	Тема 2. Діелектрики. Еквівалентна схема діелектрика, у якому існують різні механізми поляризації. [1, с.17-18; 3, с.39-40; 4, с.183-184]. Дипольна пружна поляризація у піроелектриках. [6, с.106, 172-174]. Міграційна, або об'ємнозарядова поляризація. [1, с.21; 3, с.45; 4, с.188; 5, с.116-117; 6, с.50-51, 54- 86]. Залишкова поляризація. Електрети. Умови утворення електретів. Класифікація електретів. [3, с.58-60; 4, с.281-283; 5, с.267-272; 6, с.182-185]. Застосування активних діелектриків. Конденсатори. Піроелектричні датчики. П'єзодвигуни. П'єзотрансформатори. [4, с.268-273, 276-278, 282-283]. Питомі об'ємний і поверхневий опори діелектриків. Вплив вологи на електропровідність твердих діелектриків. [1, с.42-43; 3, с.62-64, 69-72; 4, с.194-195]. Електротепловий пробій. Електрохімічний пробій. [1, с.69-73; 3, с.101-105; 4, с.220-224; 5, с.150-153; 6, с.339-350]. Кераміка. Особливості технології виготовлення. Структура кераміки і її властивості. Різновиди кераміки. [1, с.168-175; 3, с.207-230; 4, с.252-260; 5, с.200-204].	20
3	Тема 3. Магнітні матеріали. Повітряний зазор у розімкненому магнітному колі. [5, с.286-287]. Магнітні матеріали спеціального призначення (матеріали з прямокутною петлею гістерезису, магнітострикційні матеріали). [1, с.281-283; 3, с.384-388; 4, с.344-349; 5, с.304-313, 327-329]. Магнітно-тверді матеріали (особливості технології виготовлення і різновиди) [1, с.291-298; 3, с.388-396; 4, с.349-358; 5, с.317-327].	10
4	Тема 4. Провідникові матеріали. Теплопровідність провідників. Температурний коефіцієнт лінійного розширення. [1, с.195-197; 3, с.249, 251; 5, с.18-20]. Тензометричні сплави. Контактні матеріали. Припої і флюси. [1, с.223-226; 3, с.280-282; 4, с.85-86; 5, с.40-43].	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Аудиторні заняття обов'язкові для відвідування.

Знання матеріалу пропущеної лекції студент зобов'язаний продемонструвати під час консультацій, передбачених розкладом.

Пропущене з поважної причини лабораторне заняття має бути відпрацьоване за попередньою домовленістю з викладачем.

Допуск до лабораторних занять здійснює викладач після співбесіди зі студентами. Захист звіту про проведену лабораторну роботу проходить на наступному за розкладом лабораторному занятті.

Захист розрахунково-графічної роботи викладач проводить після 16 тижня навчання за розкладом консультацій, або за домовленістю зі студентами.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів викладені нижче у п. 8.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль викладач здійснює за спілкування зі студентами під час допуску і захисту лабораторних робіт і за результатами проведення модульної контрольної роботи (МКР) перед другою атестацією. Завдання МКР складене з питань, що наведені у (п.9).

Викладання кредитного модуля "Електрорадіоматеріали" передбачає таку рейтингову систему оцінювання результатів навчання (PCO).

Рейтинг студента з кредитного модуля складають бали (за 100-бальною шкалою), що він отримує за:

1. виконання та захист 4 лабораторних робіт;
2. модульну контрольну роботу (МКР);
3. домашню контрольну роботу (ДКР).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал — 10. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює:

$10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів}$.

У кожній з лабораторних робіт оцінюють:

а) підготовленість до роботи:

- вільне володіння теоретичним матеріалом, наявність підготовленого протоколу бали; 4
- слабе володіння теоретичним матеріалом 2 бали;
- не підготовленість до роботи -1 бал;

б) виконання лабораторної роботи:

- оформлення звіту відповідно до вимог 4 бали;
- робота виконана з помилками або неохайно 2 бали;
- робота не виконана -1 бал;

в) захист роботи:

- повна відповідь при захисті 2 бали;
- неповна відповідь при захисті 0 балів;
- робота захищена в інший день крім дня виконання і наступного за ним лаб. дня 0 балів.

2. Модульний контроль

Ваговий бал — 20.

Критерії оцінювання:

- «відмінно», повністю розкрита тема завдання (не менше 90% потрібн. інформ.)
20-18 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або
повна відповідь з неточностями
17-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібн. інформації), є помилки
14-10 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»)
0 балів.

3. Домашня контрольна робота

Ваговий бал — 40.

Критерії оцінювання:

- «відмінно», виконані усі вимоги до роботи
40-35 балів;
- «добре», виконані майже усі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки
34-28 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки
27-22 балів;
- «достатньо», є помітні недоліки у виконання вимог до роботи і помилки
21-10 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «достатньо», багато помилок
0 балів;
- за кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку
-1 бал.

Штрафні бали за:

- недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вихідним контролем.....-1 бал;
- невиконання лабораторної роботи.....-1 бал;
- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини.....-2 бали;
- за кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку.....-1 бал.

Сума штрафних балів не має перевищувати 10 балів.

Заохочувальні бали за:

- підготовку конспекту на конкурс.....8 балів;
- підготовку реферату.....10 балів;
- удосконалення дидактичних матеріалів.....8 балів.

Сума заохочувальних балів не має перевищувати 10 балів.

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів (позиції 1-3) протягом семестру складає:

$$R = 40 + 20 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

- Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен набрати не менше ніж 10 балів (“ідеальний” студент – 20 балів).
- Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен набрати не менше ніж 30 балів (“ідеальний” студент – 60 балів).

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт і розрахункової роботи. Для отримання заліку з кредитного модуля "автоматом" потрібно мати рейтинг не менш ніж 60 балів і зарахування усіх лабораторних робіт і розрахункової роботи.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за домашню контрольну роботу слід додати бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складене з чотирьох запитань з різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у пункті 9 цієї програми.

За кожне питання студент може отримати бали відповідно до системи оцінювання:

–“відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)
15-13 балів;

–“добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, можливі неточності)

12-10 балів;

–“задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, можливі помилки)

9-7 балів;

–“незадовільно”, незадовільна відповідь
0 балів.

Суму балів за навчальну діяльність студента для отримання заліку з кредитного модуля "автоматом", або суму балів за домашню контрольну роботу і залікову контрольну роботу слід трансформувати у залікову оцінку за таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу за модульного контролю і для семестрового контролю.

1. Класифікація електрорадіоматеріалів за їх реакцією на зміну амплітуди електромагнітного впливу.
2. Класифікація електрорадіоматеріалів за їх реакцією на електромагнітний вплив синусоїдної форми.
3. Склоподібний стан речовини — різновид аморфного стану. Чисто аморфний стан.
4. Залишкова поляризація. Електрети. Класифікація електретів.
5. Активні діелектрики. Використання активних діелектриків.
6. Різновиди поляризації, що виникають без впливу електричного поля.
7. Початкова крива поляризації, основна крива поляризації.
8. Електричний пробій діелектриків. Різновиди електричного пробою.
9. Стримерний механізм електронного пробою у газоподібному діелектрику.
10. Іонна і моліонна електропровідності діелектриків.
11. Піроелектрики. Сегнетоелектрики (класифікація, властивості).
12. Класифікація матеріалів за їх поведінкою у електричному полі.
13. Класифікація матеріалів за їх поведінкою у магнітному полі.
14. Залежність діелектричної проникності полярних діелектриків від температури.
15. Міграційна (об'ємно-зарядова) поляризація.
16. Вплив вологи на електропровідність діелектриків.
17. Механічні моделі пружної і теплової (релаксаційної) поляризацій.
18. Природа електропровідності твердих діелектриків.
19. Гранична і частинні петлі гістерезису. Параметри матеріалу, що визначають за граничною петлею гістерезису.
20. П'єзоелектричний ефект. Застосування п'єзоелектриків.
21. Дипольна пружна поляризація.
22. Формула Клаузіуса – Мосотті. «Поляризаційна катастрофа».
23. Іонна тепла поляризація.
24. Ізотропія, анізотропія, квазіізотропія, текстура.
25. Поляризація діелектриків. Основні параметри, що її характеризують.
26. Електропровідність рідких діелектриків.
27. Комплексна діелектрична проникність діелектриків. Параметри, що характеризують втрати енергії у діелектриках.
28. Сплави високого опору на основі заліза.
29. Крива намагнічування. Різновиди кривих намагнічування.
30. Сплави високого опору на основі міді.
31. Механізми електропровідності діелектриків. Різновиди носіїв струму у діелектриках.
32. Основна крива намагнічування. Магнітна проникність.
33. Електронна електропровідність діелектриків.
34. Надпровідники і кріопровідники.
35. Залежність електропровідності напівпровідників від температури.
36. Вплив температури на магнітні властивості антиферромагнетиків, феримагнетиків і феромагнетиків.
37. Температурний коефіцієнт лінійного розширення провідників (TK_r , α). Зв'язок між TK_r і TK_r .
38. Доменна структура сегнетоелектриків. Енергетичний критерій виникнення доменної структури.
39. Питомий опір сплавів.
40. Основні вимоги до магнітно-м'яких матеріалів. Вплив термообробки на їх властивості.
41. Питомий опір металів. Вплив температури і деформації на питомий опір металів.
42. Класифікація провідникових матеріалів.

43. *Феро- і феримагнетики.*
44. *П'єзоелектрична поляризація. Модель п'єзоелектричної поляризації.*
45. *Різновиди магнітних втрат.*
46. *Пермалої.*
47. *Зв'язок між макроскопічними і мікроскопічними параметрами діелектрика.*
48. *Електроізоляційна кераміка.*
49. *Магнітно-м'які і магнітно-тверді матеріали.*
50. *Основні особливості теплової (релаксаційної) поляризації. Різновиди теплової поляризації.*
51. *Високочастотні органічні діелектрики.*
52. *Основні властивості і різновиди діелектричного скла і ситалів.*
53. *Особливості механізму пружної поляризації. Електронна пружна поляризація.*
54. *Основні властивості феритів і їх застосування.*
55. *Різновиди поляризації діелектриків, що виникають за впливу електричного поля.*
56. *Електротепловий пробій у твердих діелектриках.*

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Запропоновано п'ять лабораторних робіт, що знайомлять студентів з певними властивостями металічних провідників, пасивних і активних діелектриків, феро- і феримагнетиків, які ці матеріали виявляють під дією електромагнітного поля.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Непочатих Ю. В.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)