

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.

В.о.завідувача кафедри

Окушко О.В.

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Інжиніринг
електроенергетичних систем з
відновлювальними джерелами»

Макаревич С.С.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електротехнічні матеріали

(Скорочений термін навчання)

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник доцент, к.т.н., Окушко О.В.

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни ”Електротехнічні матеріали”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)		
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	-
Семестр	1	-
Лекційні заняття	15	2
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30	-
Самостійна робота	75	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	3	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета формування у студентів комплексу знань про фізичні процеси, що протікають в електротехнічних матеріалах (діелектричних, напівпровідникових, провідникових та магнітних) електронної техніки, що використовуються в електрообладнанні, КВП і засобах автоматики, основні характеристики матеріалів, а також вироблення у студентів фізичного та інженерного підходу при розробці, ремонті та експлуатації приладів, пристроїв та обладнання і виборі матеріалів до них

Завдання вивчення дисципліни є засвоєння основних характеристик матеріалів, які використовуються в електрообладнанні, КВП і засобах автоматики, ознайомлення з їх властивостями і залежністю останніх від різних технологічних та експлуатаційних факторів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: на ознайомчо-орієнтовному рівні

- класифікацію сучасних матеріалів електронної техніки;
- особливості технології виготовлення матеріалів електронної техніки;

на понятійно-аналітичному рівні

- фізична сутність процесів та явищ, що відбуваються в матеріалах при взаємодії з електромагнітним полем;
- основні кількісні характеристики, що описують фізичні властивості матеріалів;
- області практичного використання різних матеріалів електронної техніки;

на продуктивно-синтетичному рівні

- ряд експериментальних методів визначення параметрів матеріалів певного призначення.

вміти: на діагностичному рівні

- експериментальним та розрахунковим шляхами визначати характеристики матеріалів, важливі для використання в електронній техніці;
- виконувати ефективний вибір матеріалу при розробці електронних пристроїв різного призначення.

Набуття компетентностей:

• **загальні компетентності (ЗК):** здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК01); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК02); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК05); здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК06); здатність працювати автономно (ЗК08);

• **фахові (спеціальні) компетентності:** здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг (ФК3); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв

автоматичного керування, релейного захисту та автоматики (ФК4); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу (ФК5); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії (ФК6); здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8); усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9); усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10).

Програмні результати навчання (ПРН): знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН05); уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН09); знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10); знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН16); розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж (ПРН17); вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18).

3. Програма та структура навчальної дисципліни для :

Змістовий модуль 1. Основні відомості про електротехнічні матеріали.

Діелектричні матеріали

Тема лекційного заняття 1. Основні відомості про будову матеріалу.

Що таке матеріал, матеріалознавство. Роль матеріалів у сучасній техніці. Основні типи матеріалів, що застосовуються в енергетиці та електротехніці.

Тема лекційного заняття 2. Загальні відомості про будову речовин.

Класифікація електротехнічних матеріалів.

Загальні відомості про будову речовини. Види хімічних зв'язків. Елементи зонної теорії твердого тіла. Класифікація електротехнічних матеріалів.

Тема лекційного заняття 3. Фізичні процеси в діелектриках і їх властивості

Поляризація діелектриків. Електропровідність діелектриків. Діелектричні втрати. Пробіи діелектриків. Механічні властивості діелектриків (пружність діелектриків, міцність діелектриків, в'язкість діелектриків). Теплові властивості діелектриків. Фізико-хімічні властивості діелектриків (кислотне число діелектриків, розчинність діелектриків, хімічна стійкість діелектриків, світлостійкість діелектриків, радіаційна стійкість). Адсорбція і адсорбція вологи

діелектриками, водопоглинання, водонепроникність. Вплив вологи на властивості діелектриків. Класифікація діелектриків

Тема лекційного заняття 4. Тверді органічні діелектрики.

Класифікація органічних діелектриків. Основні відомості про будову і властивості полімерів. Полімеризаційні синтетичні полімери: полімерні вуглеводні, фторорганічні полімери. Полікондесаційні синтетичні полімери: смоли фенолформальдегідні, кремнійорганічні, епоксидні, поліефіргі, поліаміди, поліаміди, поліуретани. Природні смоли. Рослинні оливи. Плівкові електроізоляційні матеріали. Електроізоляційні матеріали на основі канчуків. Діелектрики на основі воску. Бітуми. Лаки, емалі і клеї. Компаунди. Флюси. Волокнисті матеріали: дерево, папір, картон, фібра. Текстильні матеріали. Лакотканини. Електроізоляційні пластмаси. Шаруваті пластики і фольгова ні матеріали.

Тема лекційного заняття 5. Тверді неорганічні діелектрики.

Скло. Скловолокно. Склотканини. Склоемалі. Сітали, електроізоляційні плівки. Слюда і матеріали на їх основі. Азбест і матеріали на його основі.

Тема лекційного заняття 6. Рідкі і газоподібні діелектрики.

Нафтові електроізоляційні масла. Синтетичні діелектрики. Діелектрики на основі кремнійорганічних і фторорганічних сполук. Повітря, азот, водень, елегаз, фреон, гексафторетан.

Тема лекційного заняття 7. Активні діелектрики.

Сегнетодіелектрики. П'єзоелектрики. Електрети. Рідкі кристали, матеріали для твердодіючих лазерів.

Змістовий модуль 2. Провідникові і напівпровідникові матеріали

Тема лекційного заняття 1. Фізичні процеси в провідниках і їх характеристики

Загальні відомості про провідники. Природа електропровідності металів і сплавів. Вплив домішок та інших структурних дефектів на питомий опір металів. Електричні властивості металевих сплавів. Опір тонких металевих плівок. Контактні явища і терморухливість.

Тема лекційного заняття 2. Провідникові матеріали і виробли із них

Класифікація провідникових матеріалів. Матеріали високої провідності (мідь, алюміній, залізо та їх сплави; біметали). Надпровідники та кріопровідники. Матеріали з високим питомим опором (провідникові резистивні матеріали; плівкові резистивні матеріали; матеріали для термопар). Благородні матеріали. Тугоплавкі матеріали. Матеріали спеціального призначення (ртуть, галій, індій, олово, кадмій, свинець цинк). Неметалеві провідникові матеріали (матеріали для електровугільних виробів; провідникові і резистивні композиційні матеріали) Припої. Металокераміка. Металеві покриття. Матеріали для термопар. Провідникові виробли. Проводи, шнури, кабелі. Матеріали з "ефектом пам'яті форми".

Тема лекційного заняття 3. Напівпровідникові матеріали

Загальна характеристика напівпровідникових матеріалів. Загальні відомості і класифікація. Основні параметри, що характеризують властивості напівпровідникових матеріалів (тип провідності, ширина забороненої зони,

рухливість носіїв заряду). Залежність параметрів від температури матеріалу, частоти струму тощо. Оптичні, фотоелектричні і термоелектричні явища в напівпровідниках, ефект Холла. Електропровідність напівпровідників в сильному електричному полі. Загальний огляд технології одержання і переробки напівпровідникових матеріалів.

Змістовий модуль 3. Магнітні матеріали і матеріали електронної техніки

Тема лекційного заняття 1. Основи сучасної теорії феро- і феримагнетизму

Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Природа феромагнітного стану. Процеси при намагнічуванні феромагнетиків. Магнітний гістерезис. Вплив температури на магнітні властивості феромагнетиків. Поведінка феромагнетиків у змінних магнітних полях. Особливості феримагнетиків. Доменні структури в тонких магнітних плівках

Тема лекційного заняття 2. Магнітні матеріали різного призначення

Класифікація магнітних матеріалів. Магнітом'які матеріали (залізо, електротехнічні сталі, пермалой, альсифери, їх основні характеристики). Магнітні матеріали спеціального призначення. Матеріали з високою індукцією насичення. Ферити. Магнітострикційні та термомагнітні матеріали. Магнітодіелектрика. Методи покращення магнітних характеристик матеріалів. Аморфні магнітні матеріали. Магнітотверді матеріали і їх основні властивості. Характеристики петлі гістерезису. Питома магнітна енергія. Нековкі, пластично деформовані сплави. Матеріали для магнітного запису. Магнітотверді ферити.

Тема лекційного заняття 3. Матеріали для виробів електронної техніки

Матеріали для напівпровідникових інтегральних схем. Матеріали для гібридно-плівкових і багатокристалічних інтегральних схем. Матеріали для пристороїв з друкованим монтажем.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	усього	денна форма					усього	Заочна форма				
		у тому числі						у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Основні відомості про електротехнічні матеріали. Діелектричні матеріали												
Тема 1. Загальні відомості про будову матеріалу.	1	1		-								
Тема 2. Загальні відомості про будову речовин. Класифікація електротехнічних матеріалів	6	1		-		5						
Тема 3. Фізичні процеси в діелектриках і їх властивості	10	2		8				2				
Тема 4. Тверді органічні діелектрики	6	1		-		2,5						
Тема 5. Тверді неорганічні діелектрики	3	1		2		2,5						
Тема 6. Рідкі і газоподібні діелектрики	5	1		4								
Тема 7. Активні діелектрики	10	1		4		5						
Разом за змістовим модулем 1	41	8		18		15		2				
Змістовий модуль 2. Провідникові і напівпровідникові матеріали												
Тема 1. Фізичні процеси в провідниках і їх характеристики	14	2		2		10						
Тема 2. Провідникові матеріали і виробу із них	13	1		2		10						
Тема 3. Напівпровідникові матеріали	13	1		2		10						
Разом за змістовим модулем 2	40	4		6		30						
Змістовий модуль 3. Магнітні матеріали і матеріали електронної техніки.												
Тема 1. Основи сучасної теорії феро- і феримагнетизму	13	1		2		10						

Тема 2. Магнітні матеріали різного призначення	13	1		2		10						
Тема 3. Матеріали для виробів електронної техніки	13	1		2		10						
Разом за змістовим модулем 3	39	3		6		30						
Усього	120	15		30		75		2				

5. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення електричної міцності газоподібних діелектриків	2
2.	Визначення електричної міцності рідких діелектриків	2
3.	Визначення електричної міцності твердих діелектриків	2
4.	Визначення тангенса кута діелектричних втрат електроізоляційних матеріалів	2
5.	Дослідження поляризації твердих діелектриків	2
6.	Визначення питомих опорів твердих діелектриків	2
7.	Вимірювання опору електроізоляційних матеріалів	2
8.	Дослідження сегнетоелектриків	2
9.	Визначення провідникових матеріалів за питомим опором	2
10.	Дослідження залежності ємності конденсаторів постійної ємності від температури та визначення температурного коефіцієнта ємності (ТКЕ)	2
11.	Дослідження електропровідності напівпровідників	2
12.	Випромінювання контактних явищ і термоелектрорушійної сили	2
13.	Дослідження ефекту Хола у напівпровідниках	2
14.	Дослідження властивостей магнітних матеріалів	2
15.	Дослідження властивостей феромагнітних матеріалів	1
16.	Вивчення матеріалів у конструкціях напівпровідникових і гібридних інтегральних мікросхем	1

6. Теми самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Зонна теорія твердого тіла	5
2.	Тверді діелектрики	5
3.	Активні діелектрики	5
4.	Фізичні процеси в провідниках і їх характеристики	10
5.	Провідникові матеріали і вироби із них	10
6.	Напівпровідникові матеріали	10
7.	Основи сучасної теорії феро- і феримагнетизму	10
8.	Магнітні матеріали різного призначення	10
9.	Матеріали для виробів електронної техніки	10

7. Контрольні питання, комплекси текстів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Дайте характеристику міжатомних зв'язків.
2. Назвіть характерні типи кристалічних решіток.
3. Який тип кристалічної решітки мають провідники?
4. В чому суть зонної теорії провідності?
5. Класифікація електротехнічних матеріалів за призначенням.
6. Якими показниками характеризуються діелектрики?
7. Поясніть суть діелектричних властивостей речовин.
8. Поясніть суть відносної діелектричної проникності речовини.
9. Види поляризації діелектриків.
10. Струми в діелектриках.
11. Провідність діелектриків.
12. Якою величиною вимірюються діелектричні втрати?
13. Як залежать втрати у діелектрику від температури?
14. Як залежать втрати у діелектрику від частоти?
15. Назвіть класи нагрівостійкості діелектриків.
16. Які матеріали відносяться до високомолекулярних органічних діелектриків?
17. Дайте пояснення термінів "полімеризація" та "поліконденсація"
18. Термопластичні та термореактивні полімери.
19. Дайте характеристику діелектрикам на основі каучуку.
20. Охарактеризуйте діелектричні матеріали на основі воску.
21. Де застосовуються діелектричні матеріали на основі воску?
22. Дайте характеристику природних смол.
23. Дайте характеристику синтетичних смол.
24. Де застосовуються смоли в електротехніці?
25. Охарактеризуйте електроізоляційні лаки.
26. Просочувальні лаки. Вимоги до них.
27. Емалі. Вимоги до них.
28. Застосування лаків та емалей в електротехніці.
29. Компаунди. Вимоги до них. Застосування
30. Дайте характеристику волокнистих діелектриків.
31. Лакотканина та лакопапір. Маркування. Область застосування.
32. Гетинакс. Його характеристика. Область застосування.
33. Текстоліт. Його характеристика. Область застосування.
34. Склотекстоліт. Його характеристика. Область застосування.
35. Мусковіт. Його характеристика. Область застосування.
36. Флогопіт. Його характеристика. Область застосування.
37. Міканіти. Його характеристика. Область застосування.
38. Мікафолій та мікалекс. Їх характеристика. Область застосування.
39. Слюденіти та слюдопласти. Їх характеристика. Область застосування.
40. Дайте характеристику керамічним діелектричним матеріалам.
41. Конденсаторна кераміка. Характеристика. Область застосування.
42. Поясніть механізм пробую газоподібного діелектрика.

43. ВАХ газоподібного діелектрика.
44. Як залежить електрична міцність діелектрика від відстані та тиску?
45. Охарактеризуйте явище пробивання газів у неоднорідному полі.
46. Пробій газів на межі з твердим діелектриком.
47. Назвіть газоподібні діелектрики.
48. Дайте характеристику рідинних діелектриків.
49. ВАХ рідинного діелектрика.
50. Вплив домішок на діелектричні властивості рідинного діелектрика.
51. Вимоги до трансформаторного масла.
52. Синтетичні діелектричні рідини. Їх характеристика. Область застосування.
53. Класифікація провідникових матеріалів.
54. Метали високої провідності. Їх характеристика. Область застосування.
55. Метали високого опору. Їх характеристика. Область застосування.
56. Сплави для термопар. Їх характеристика. Область застосування.
57. Тугоплавкі метали. Їх характеристика. Область застосування.
58. Благородні метали. Їх характеристика. Область застосування.
59. Електропровідні матеріали на основі вуглецю. Їх характеристика. Область застосування.
60. Контактори. Їх характеристика. Область застосування.
61. Кермети. Їх характеристика. Область застосування.
62. Загальні властивості напівпровідників.
63. Вплив домішок на провідність напівпровідників.
64. Напівпровідники р-типу та п-типу. Матеріали для їх виготовлення.
65. Явища в напівпровідниках.
66. Назвіть напівпровідникові матеріали та з'єднання.
67. Поясніть процес намагнічування речовини.
68. Класифікація речовин за магнітними властивостями.
69. В чому суть доменної структури речовини?
70. Яким чином кристалічна будова речовини впливає на намагнічування?
71. Дайте характеристику кривої намагнічування сталі.
72. Магнітом'які та магнітотверді матеріали. Коерцитивна сила.
73. Магнітна проникність матеріалу.
74. Втрати у магнітних матеріалах при змінній напрузі.
75. Ефект витіснення струмів у змінних полях.
76. Класифікація магнітних матеріалів.
77. Низько вуглецеві сталі. Їх характеристика. Область застосування.
78. Кремнієві леговані сталі. Їх характеристика. Область застосування.
79. Пермалої. Їх характеристика. Область застосування.
80. Магнітотверді матеріали. Їх характеристика. Область застосування.

Тестові завдання

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Бакалавр» напрям підготовки 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____ З дисципліни «Електротехнічні матеріали»	ЗАТВЕРДЖУЮ В.о.завідувача кафедри _____ Окушко О.В. «__» _____ 2023 р
<i>Екзаменаційне запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Механізм пробою газоподібного діелектрика в однорідному електричному полі			
2. Чим викликана електропровідність рідких діелектриків?			
<i>Тест (максимальна оцінка 1 бал за відповідь на кожний тест)</i>			
1	Які існують види зв'язки, що об'єднують атоми в молекули?	Відповідь	
1.	Ковалентні, іонні		
2.	Ковалентні, металеві		
3.	Металеві, іонні		
4.	Всі перелічені		
2	Обмежене зміщення заряджених частинок під дією електричного поля це		
3	Матеріали, основними електричними властивостями яких є сильно виражена у порівнянні з іншими електротехнічними матеріалами електропровідність це		
1.	Діелектрики		
2.	Провідники		
3.	Напівпровідники		
4	Назвіть електричні властивості діелектриків		
1.	Діелектрична проникність, електрична міцність;		
2.	Електропровідність		
3.	Питомий об'ємний і поверхневий опір		
4.	Нагрівостійкість		
5	Якою величиною характеризуються діелектричні втрати?		
1.	Струмом зміщення		
2.	Струмом абсорбції		
3.	$tg \varphi$		
4.	Струмом провідності		
6	Що не впливає на електричну міцність рідких діелектриків?		
1.	Висока напруга		
2.	Волога		
3.	Газові включення і тверді домішки		
4.	Товщина		
7	Назвіть матеріал, який має найбільший питомий електричний опір?		
1.	Залізо		
2.	Мідь		
3.	Нікель		
4.	Золото		
8	Які матеріали не відносяться до діелектричних?		
1.	Вольфрам		
2.	Повітря		
3.	Нафтові масла		
4.	Гетинакс		
9	Матеріали, основною електричною властивістю яких є здатність до поляризації і в яких можливе існування електростатичного поля це		
10	Які провідники відносяться до матеріалів з високим опором		
1.	Ніхром		
2.	Алюміній		
3.	Ртуть		
4.	Мідь		

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Бакалавр» напрям підготовки 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____ 3 дисципліни «Електротехнічні матеріали»	ЗАТВЕРДЖУЮ В.о.завідувача кафедри _____ Окушко О.В. «__» _____ 2023 р
<i>Екзаменаційне запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Характеристика матеріалів високого опору			
2. Як і чому впливає температура на пробивну напругу зволоженого і сухого масла?			
<i>Тест (максимальна оцінка 1 бал за відповідь на кожний тест)</i>			
№	Питання	Відповідь	
1	Матеріали у яких сильна залежність питомої провідності від концентрації і виду домішок , а також від різних зовнішніх енергетичних впливів (температури, освітленості тощо) це		
2	Назвіть вид пробою, що невластивий для рідкого діелектрика		
	Електричний		
	Електротепловий		
	Електрохімічний		
	Іонізаційний		
3	Назвіть матеріал, що не належить до феромагнетиків		
	Мідь		
	Залізо		
	Нікель		
	Кобальт		
4	Що покладено в основу класифікації речовин за електричними властивостями		
	Величина питомого опору		
	Провідність		
	Зонна теорія		
	Діелектрична проникність		
5	Які матеріали не відносяться до діелектричних?		
	Скло		
	Папір		
	Нафтові масла		
	Нікель		
6	Які теплофізичні характеристики характеризують матеріал		
	Теплопровідність, теплоємність		
	Нагрівостійкість, теплостійкість		
	Електропровідність		
	Електрична міцність		
7	Які матеріали не відносяться до провідників з високою провідністю?		
	Платина		
	Вольтрам		
	Залізо		
	Ртуть		
8	В яких одиницях вимірюється питомий опір матеріалів?		
9	Напруженість електричного поля при повному або не повному електричному пробі це		
	Питомий об'ємний опір		
	Питомий поверхневий опір		
	Електрична міцність		
	Напруга пробою		
10	Однорідне електричне поле це поле в якому напруженість у всіх точках цього поля		
	Різна		
	Однакова		
	Коливається в залежності від напруги		

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Бакалавр» напрям підготовки 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____ З дисципліни «Електротехнічні матеріали»	ЗАТВЕРДЖУЮ В.о.завідувача кафедри _____ Окушко О.В. «__» _____ 2023 р
<i>Екзаменаційне запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Електропровідність діелектриків			
2. Які фактори впливають на електричний пробій рідких діелектриків?			
<i>Тест (максимальна оцінка 1 бал за відповідь на кожний тест)</i>			
1	Які існують види зв'язки, що об'єднують атоми в молекули?	Відповідь	
5.	Ковалентні, іонні		
6.	Ковалентні, металеві		
7.	Металеві, іонні		
8.	Всі перелічені		
2	Обмежене зміщення заряджених частинок під дією електричного поля це		
3	Матеріали, основними електричними властивостями яких є сильно виражена у порівнянні з іншими електротехнічними матеріалами електропровідність це		
4.	Діелектрики		
5.	Провідники		
6.	Напівпровідники		
4	Назвіть електричні властивості діелектриків		
5.	Діелектрична проникність, електрична міцність;		
6.	Електропровідність		
7.	Питомий об'ємний і поверхневий опір		
8.	Нагрівостійкість		
5	Якою величиною характеризуються діелектричні втрати?		
5.	Струмом зміщення		
6.	Струмом абсорбції		
7.	$tg \varphi$		
8.	Струмом провідності		
6	Що не впливає на електричну міцність рідких діелектриків?		
5.	Висока напруга		
6.	Волога		
7.	Газові включення і тверді домішки		
8.	Товщина		
7	Назвіть матеріал, який має найбільший питомий електричний опір?		
5.	Залізо		
6.	Мідь		
7.	Нікель		
8.	Золото		
8	Які матеріали не відносяться до діелектричних?		
5.	Вольфрам		
6.	Повітря		
7.	Нафтові масла		
8.	Гетинакс		
9	Матеріали, основною електричною властивістю яких є здатність до поляризації і в яких можливе існування електростатичного поля це		
10	Які провідники відносяться до матеріалів з високим опором		
5.	Ніхром		
6.	Алюміній		
7.	Ртуть		
8.	Мідь		

8. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни мають застосовуватися методи пізнання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, а також методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R НР	Рейтинг з додаткової роботи R ДР	Рейтинг штрафний R ШТР	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

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
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, стандарти зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, схеми і плакати з технічного сервісу енергообладнання, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Стенди із зразками електродвигунів, апаратів керування і захисту.

6. Лабораторні установки з електроприводу.
7. Інтернет-ресурси.

12 Рекомендована література

Основна:

1. Журавльова Л. В., Бондар В.М. Електроматеріалознавство: Підручн. – К.: Грамота, – 2006. – 312 с.: іл.
2. Лут М.Т. Електротехнічні матеріали: Лабор. практикум з дисциплін "Електротехнічні матеріали", "Основи електроіатеріалознавства", Частина 1 / М.Т. Лут, П.М. Ковтун, О.В. Окушко / К. – АграрМедіаГруп. – 2016. – 142 с.
3. Лут М.Т. Електротехнічні матеріали: Лабор. практикум з дисциплін "Електротехнічні матеріали", "Основи електроіатеріалознавства", Частина 2 / М.Т. Лут, П.М. Ковтун, О.В. Окушко / К. – АграрМедіаГруп. – 2016. – 129 с.

Допоміжна:

1. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В, Тареев В.М. Электротехнические материалы. – Энергоатомиздат, 1985. – 301 с.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник. 5-е., стер. – СПб.: Издательство "Лань" 2003. – 368 с.
3. Сагач М.Ф. Магнітні матеріали :Навчальний посібник з дисципліни "Конструкційні та електротехнічні матеріали". – К.: НАУ, 2004. – 126 с. – (Учебник для вузов. Специальная литература)
4. Коханівський С.П. Електроматеріалознавство з основами слюсарної справи. –К.: Урожай, 1991 – 134 с.
5. Рейнблат Г. Магнитные материалы и их применение. "Энергия" 1974. – 384 с.
6. Казарновский Д.М., Тареев Б.М. Испытания электроизоляционных материалов и изделий : Учебник для техникумов. – 3-е изд., перероб. и доп. – Л.: Энергия . Ленингр. отд- ние, 1980. – 216 с.
7. Д. В. Сивухин. Общий курс физики, том 3. Электричество. М.: 1977. – 686 с.
8. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм: Навч посібник, Вища шк., 1990 – 367 с.: іл.
9. Електроматеріалознавство / С.П. Кохановский, И.В. Кучеренко, Н.Т. Лут. – К.:УСХА,1987. – 90 с.
10. Электротехнические и консткукционные материалы. Под. ред. В.А.Филикова. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 280 с.

Стандарти:

1. ДСТУ 2267-93 Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
2. ДСТУ ІЕС 60050-161-2003 Словник електротехнічних термінів. Глава 161. Електромагнітна сумісність (ІЕС 60050-161:1990, IDT)
3. ДСТУ ІЕС 60050-300-312:2006 Електротехнічний словник термінів. Електричні та електронні вимірювання і засоби вимірювальної техніки. Частина 312. Загальні терміни щодо електричного вимірювання (ІЕС 60050-300:2001, IDT)

4. ДСТУ ІЕС 60050-300-313:2006 Електротехнічний словник термінів. Електричні та електронні вимірювання і засоби вимірювальної техніки. Частина 313. Типи електричних засобів вимірювальної техніки (ІЕС 60050-300:2001, ІДТ)

5. ДСТУ ІЕС 60331-12:2007 Випробування електричних кабелів вогнем. Цілісність кіл. Частина 12. Устаткування для випробування за температури полум'я не менш ніж 830° С і механічного удару (ІЕС 60331-12:2002, ІДТ)

6. ДСТУ ІЕС 60331-25:2007 Випробування електричних кабелів вогнем. Цілісність кіл. Частина 25. Методика випробування. Волоконно-оптичні кабелі (ІЕС 60331-25:1999, ІДТ)

8. ДСТУ 2225-95 (ГОСТ 30421-96) Вимірювачі електричної ємності активного опору та тангенсу кута втрат високовольтні. Загальні технічні умови.

9. ДСТУ 2718-94 (ГОСТ 30217-94) Міри індуктивності, взаємної індуктивності і комплексної взаємної індуктивності. Загальні технічні умови

10. ДСТУ 2816-94 Матеріали магнітні. Методи визначення статичних магнітних характеристик зразків магніто-твердих матеріалів

11. ДСТУ ІЕС 60477-2001 Резистори постійного струму лабораторні (ІЕС 60477:1974)

12. ДСТУ ІЕС 60477-2-2001 Резистори лабораторні. Частина 2. Резистори змінного струму лабораторні (ІЕС 60477-2:1979, ІДТ)

13. ДСТУ ІЕС 60564:2004 Мости постійного струму для вимірювання опору (ІЕС 60564:1977, ІДТ)

Інформаційні ресурси

1. http://ftemk.mpei.ac.ru/foetm/files/foetm_book01.htm
2. <http://www.toroid.ru/sprav.html>
3. <http://politech.km.ua/view.php?scid=1&postid=118>
4. <http://electrofaq.com/ETMbook/CONDUCT/CON1.HTM>
5. <http://www.polymerbranch.com/catalogp.html>
6. <http://www.polimerportal.ru/index.php/2008/11/prirodnye-i-sinteticheskie-smoly/>
7. <http://plastmassa.net/notation/>
8. <http://mechanician.ru/content/blogcategory/17/36/>
9. <http://www.dpva.info/Guide/GuidePhysics/ElectricityAndMagnetism/ElectricalHardnessMaterials/ElectricalHardnessMaterialsANDAirsmall/>
10. <http://www.portalnano.ru/toplevel/?id=5>.