


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра механічної та електричної інженерії

 ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Станіслав ПОПОВ
«02» вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ

освітньо-професійна програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
галузь знань	14 Електрична інженерія
освітній ступінь	бакалавр
факультет	Інженерно-технологічний

Полтава
2024–2025 н. р. .

Робоча програма навчальної дисципліни «Електротехнічні матеріали» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова викладання: державна

Розробник: Юлія БАСОВА, доцент кафедри механічної та електричної інженерії, кандидат технічних наук, доцент

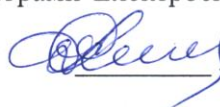
02.09.2024 року

 Юлія БАСОВА

Схвалено на засіданні кафедри механічної та електричної інженерії
протокол від 02.09.2024 року №1

Погоджено гарантом освітньої програми Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

02.09.2024 року

 Анатолій СЕМЕНОВ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка
протокол від 02.09.2024 року №1

 Юлія БАСОВА

© ПДАУ 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форманавчання
Загальна кількість годин	90
Кількість кредитів	3
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	Обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	2 курс, 141EE_бд_2023
Семестр	3
Лекції (годин)	16
Практичні / семінарські заняття (годин)	–
Лабораторні заняття (годин)	14
Самостійна робота (годин)	60
у т. ч. індивідуальні завдання, годин	–
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

вивчити фізичні, хімічні і механічні властивості матеріалів, які використовують в електротехніці, електроенергетиці та електромеханіці, з'ясувати залежність між умовами експлуатації та їх властивостями та області їх застосування

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Фізика, Теоретичні основи електротехніки.

4. Компетентності:

- загальні:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

- фахові:

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

5. Програмні результати навчання:

ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПРН19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
ПРН10.	володіти основними прийомами пошуку інформації про матеріали, в тому числі нові, які використовують в електротехніці, електроенергетиці, про їх властивості та області їх застосування та вміти оцінювати її релевантність та достовірність
ПРН12.	знати фізичні, хімічні і механічні властивості матеріалів, які використовують в електротехніці, електроенергетиці та електромеханіці та вміти оцінювати їх з точки зору технічної та екологічної безпеки уміти застосовувати принципи технічної та екологічної безпеки при виборі матеріалів, які використовують в електротехніці, електроенергетиці та електромеханіці
ПРН18.	знати сучасні методи випробування та вимірювання основних електричних, магнітних та інших характеристик електротехнічних матеріалів володіти основним прийомами роботи сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням для випробувань та вимірювань характеристик електротехнічних матеріалів
ПРН19.	знати фактори, що впливають на втрати енергії при використанні різних електротехнічних матеріалів. розуміти вплив вибору матеріалів, які використовують в електротехніці, електроенергетиці на втрати електричної енергії.

6. Методи навчання і викладання

- словесні (лекція; пояснення);
- наочні (демонстрування, ілюстрування);
- практичні (лабораторні роботи; робота з навчально-методичною літературою: конспектування); мультимедійні (використання мультимедійних презентацій)

7. Програма навчальної дисципліни:

Тема 1. Провідникові матеріали. Молекулярна будова, типи зв'язків у твердих тілах. Агрегатний стан речовин, їх вплив на властивості. Поняття про кристалічні та аморфні тіла. Атомно-кристалічна будова металів, їх властивості. Основні типи кристалічних ґраток металів. Формування структури металів при кристалізації. Електропровідність металів та їх сплавів. Класифікація провідникових матеріалів і їх особливості. Провідникові матеріали високої провідності. Сплави високого електричного опору. Неметалічні провідникові матеріали.

Тема 2. Діелектричні матеріали. Поляризація діелектриків. Електропровідність діелектриків. Діелектрична проникність Класифікація діелектричних матеріалів і їх особливості. Фізико-хімічні і механічні властивості діелектриків.

Тема 3. Напівпровідникові матеріали. Загальні відомості про напівпровідники Електропровідність напівпровідників. Вплив зовнішніх факторів на електропровідність напівпровідників. Класифікація напівпровідникових матеріалів та їх характеристика. Елементарні напівпровідники. Складні напівпровідникові з'єднання.

Тема 4. Магнітні матеріали. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Феромагнетики. Процеси при намагнічуванні феромагнетиків. Вплив температури на магнітні властивості феромагнетиків. Магнітом'які й магнітотверді матеріали. Магнітні матеріали спеціального призначення.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	денна форма 141EE бд 2023			
	Усього	у тому числі		
л		лаб	с.р	
Тема 1. Провідникові матеріали.	23	6	4	15
Тема 2. Діелектричні матеріали.	25	6	6	15
Тема 3. Напівпровідникові матеріали.	21	2	2	15
Тема 4. Магнітні матеріали.	21	2	2	15
У т. ч. індивідуальні завдання	–	–	–	–
Усього годин	90	16	14	60

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин денна форма 141EE бд 2023
Тема 1. Провідникові матеріали.		
1	Побудова і аналіз діаграм стану сплавів, їх зв'язок із властивостями	2
2	Аналіз структури та маркування струмопровідних матеріалів	2
Тема 2. Діелектричні матеріали.		
3	Загальні умови випробувань матеріалів. Вивчення макро і мікробудови напівпровідникових матеріалів	2
4	Визначення повного струму витоку. Розрахунок ємності та діелектричних втрат опорного стержневого ізолятора	2
5	Розрахунок струмів витоку та втрат діелектриків	2
Тема 3. Напівпровідникові матеріали.		
6	Вивчення конструкції та маркування проводів і кабелів	2
Тема 4. Магнітні матеріали.		
7	Дослідження статичних параметрів магнітних осердь	2
Разом		14

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма 141EE бд 2023
Тема 1. Провідникові матеріали.		
1	Атомно-кристалічна будова металів, їх властивості. Формування структури металів при кристалізації. Електропровідність металів (класична електронна теорія металів)	15
Тема 2. Діелектричні матеріали.		
2	Діелектрична проникність газів, рідких діелектриків, твердих діелектриків. Електропровідність газів, рідких діелектриків, твердих діелектриків. Електроізоляційні гуми. Лаки, компаунди, емалі. Металокерамічні та електровугільні матеріали. Легкоплавкі (м'які) та тугоплавкі припої. Флюси для пайки м'якими та тугоплавкими припоями.	15
Тема 3. Напівпровідникові матеріали.		
3	Механізм провідності напівпровідників. Складні напівпровідникові з'єднання. Бінарні з'єднання. Напівпровідники п-типу та р-типу/ Напівпровідник п-типу, р-типу.	15

Тема 4. Магнітні матеріали.		
4	Магнітні втрати. Вплив температури на магнітні властивості ферромагнетиків.	15
	Разом	60

10. Індивідуальні завдання
Не передбачено навчальним планом.

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання
ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	розв'язання тестів; виконання лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи; реферат; екзамен.
ПРН12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.	
ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.	
ПРН19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.	

Схема нарахування балів із навчальної дисципліни

Назва теми / Форма семестрового контролю	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти					Разом
	розв'язання тестів	виконання лабораторних робіт	виконання завдань самостійна робота	реферат	екзамен	
Тема 1. Провідникові матеріали.	5	15	5	–	–	25
Тема 2. Діелектричні матеріали.	5	10	5	–	–	20
Тема 3. Напівпровідникові матеріали.	5	5	5	–	–	15
Тема 4. Магнітні матеріали.	5	5	5	5	–	20
Екзамен					20	20
Разом	20	35	20	5	20	100

Шкала та критерії оцінювання

Розв'язання тестів

5	на високому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу, про що свідчать 90 -100 % правильних відповідей
4	на середньому рівні здобувач вищої освіти демонструє знання і розуміння основних положень завдань що свідчать 70 – 89 % вірних відповідей)
3	на достатньому рівні здобувач вищої освіти демонструє неточні знання і розуміння основних положень матеріалу, що підтверджується 60 – 69 % вірних відповідей
2-0	на низькому рівні здобувач вищої освіти демонструє поверхневі знання і розуміння основних положень матеріалу; має 50 – 59 % вірних відповідей, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

виконання лабораторних робіт

5	виконано лабораторну роботу в повному обсязі, належним чином оформлено звіт, в якому відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи їх використання, дано відповіді на контрольні питання;
4	виконано лабораторну роботу в повному обсязі та оформлено звіт, в якому відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи їх використання, дано неточні відповіді на контрольні питання
3	виконано лабораторну роботу, оформлено звіт не в повному обсязі, в якому в основному відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи їх використання, дано неточні відповіді на контрольні питання
2	виконано лабораторну роботу не повністю, оформлено звіт не в повному обсязі, в якому в частково відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи їх використання, дано неточні відповіді на контрольні питання
1	виконано лабораторну роботу не повністю, звіт не оформлено або допущені грубі помилки у його оформленні, відсутні відповіді на контрольні питання, здобувач вищої освіти не вірно трактує основні положення, факти, правила, та не демонструє знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи їх використання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

Виконання завдань самостійної роботи

5	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він змістовно і вичерпно відповів на поставлені питання і продемонстрував здатність до практичного застосування отриманих знань для аналізу електротехнічних матеріалів, їх властивостей та способів використання, здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань.
4	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він повному обсязі, але із незначними неточностями відповів на поставлені питання і продемонстрував здатність до практичного застосування отриманих знань для аналізу електротехнічних матеріалів, їх властивостей та способів використання, здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
3	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він в основному відповів на поставлені питання і продемонстрував здатність до практичного застосування отриманих знань для аналізу електротехнічних матеріалів, їх властивостей та способів використання, здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань

2	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він частково відповів на поставлені питання і частково продемонстрував здатність до практичного застосування отриманих знань для аналізу електротехнічних матеріалів, їх властивостей та способів використання, здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань;
1	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи, в якому він недостатньо відповів на поставлені питання про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

Реферат

5	Реферат виконаний на актуальну тему, в ньому наведено аналіз проблеми про сучасні електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання. Здобувач продемонстрував знання відповідної літератури, вміння аналізувати матеріал, робити узагальнення та самостійні висновки. Реферат виконаний із застосуванням комп'ютерної техніки. Візуальне супроводження реферату є достатнім.
4	Реферат виконаний на актуальну тему, в ньому наведено аналіз проблеми про сучасні електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання. Здобувач продемонстрував знання відповідної літератури, вміння аналізувати матеріал, але в недостатній мірі продемонстрував вміння робити узагальнення та самостійні висновки. Реферат виконаний із застосуванням комп'ютерної техніки. Візуальне супроводження реферату є достатнім.
3	Реферат виконаний на актуальну тему, в ньому наведено недостатньо основного фактичного матеріалу про сучасні електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання. Здобувач недостатній мірі продемонстрував знання відповідної літератури та вміння аналізувати матеріал, робити узагальнення і висновки.
2-1	Здобувач не знає більшої частини фактичного матеріалу, не достатньо опрацьовано відповідної літератури, відсутній аналіз та узагальнення матеріалу.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти на екзамені*

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
для 1-го та 2-го теоретичного питання	5	здобувач вищої освіти в повному обсязі демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	4	здобувач вищої освіти в значній мірі демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	3	здобувач вищої освіти в повному обсязі, але із незначними невідповідностями демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	2	здобувач вищої освіти в частково демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	1	здобувач вищої освіти в частково, із суттєвими невідповідностями демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про

		електротехнічні матеріали, їх властивості та способи використання; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
для тестів	10	на високому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу про електротехнічні матеріали, про що свідчать 90 -100 % правильних відповідей
	8	на достатньому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу про електротехнічні матеріали, про що свідчать 80 - 70 % правильних відповідей
	6	на середньому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу про електротехнічні матеріали, про що свідчать 50 - 60 % правильних відповідей
	4	на низькому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу про електротехнічні матеріали, про що свідчать 30 -40 % правильних відповідей
	2	на низькому рівні здобувач вищої освіти демонструє розуміння сутності матеріалу про електротехнічні матеріали, про що свідчать 10 -10 % правильних відповідей
	0	відсутність правильних відповідей, не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час реалізації навчальної дисципліни

Засоби навчання: комп'ютер (ноутбук) – 1 шт., пристрій мультимедійний (проектор) – 1 шт., проєкційний екран – 1 шт, презентації; інформаційний супровід із використанням платформи Moodle; лабораторні стенди.

Перелік інструментів, обладнання, устаткування та програмного забезпечення, потрібного для вивчення навчальної дисципліни, забезпечує спеціалізована навчальна лабораторія електрообладнання № 308.

13. Політика навчальної дисципліни

- щодо термінів виконання та перескладання:

лабораторні завдання, завдання із самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-30%). Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин із дозволу деканату. Повторне складання підсумкового контролю із навчальної дисципліни становить не більше 2 разів: один раз викладачу, другий – комісії (формується деканом факультету за участі викладачів кафедри МЕІ). Оцінка повторного складання є остаточною.

- щодо академічної доброчесності: здобувач вищої освіти повинен дотримуватися Кодексу академічної доброчесності, Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти ПДАУ, Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в ПДАУ, Порядку перевірки академічних текстів на наявність текстових запозичень у ПДАУ.

- щодо відвідування занять: відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняний, стажування тощо) навчання може відбуватись з використанням дистанційних технологій за погодженням з деканом факультету.

- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти: на здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній /

інформальній освіті перед опануванням даної освітньої компоненти. Особливості неформального / інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті здобувачами вищої освіти ПДАУ.

- щодо оскарження результатів оцінювання: здобувач має право подати апеляцію для оскарження результатів контрольних заходів. Процедура оскарження результатів регламентована Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в ПДАУ.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Кириленко В.М., Кириленко К.В., Головка В.М. Електротехнічні матеріали: Курс лекцій. Част. 1. Діелектричні матеріали: навч. посіб. Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2021. 224 с.

2. Головченко А С., Циценков Д.В., Колб А.А., Ніколенко А.В. Електротехнічні матеріали: навч. посіб. Дніпро: НТУ "ДП", 2021. 184 с.

Допоміжні

1. Василенко І.І., Василенко Ю.І., Широков В.В. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Навчальний посібник (рекомендовано МОН України), 2023, 242 с.

2. Трегуб М. І., Рубець А. М., Хахула В. С. Електротехнічні матеріали: навч. посіб. Біла Церква, 2020. 60 с.

3. Кобищан Г.Д., Басова Ю.О. Сучасні композитні матеріали на основі вуглецевих волокон: види, властивості, застосування. Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання : колективна монографія /за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. П. : Видавництво ПП «Астроя», 2020. С. 163-172.

4. ДСТУ EN 60404-1:2022 Магнітні матеріали. Частина 1. Класифікація (EN 60404-1:2017, IDT; ІЕС 60404-1:2016, IDT) [Чинний від 2024-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 26 с.

5. ДСТУ 2725–94. Матеріали магнітні. Терміни та визначення [Чинний від 1996-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 66 с

6. ДСТУ 2816-94 Матеріали магнітні. Методи визначення статичних магнітних характеристик зразків магнітотвердих матеріалів [Чинний від 1996-01-01] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 50 с.

7. ДСТУ EN 60371-3-9:2022 Матеріали електроізоляційні на основі слюди. Технічні умови. Ізоляційні матеріали на основі слюди. [Чинний від 31.12.2023] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 8 с.

8. ДСТУ ІЕС 60216-1:2022 Матеріали електроізоляційні. Характеристики нагрівостійкості. Частина 1. Методики проведення випробування на старіння й оцінювання результатів (EN 60216-1:2013, IDT; ІЕС 60216-1:2013, IDT) [Чинний від 01.09.2016] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 12 с.

9. ДСТУ EN 60216-2:2022 (EN 60216-2:2005, IDT; ІЕС 60216-2:2005, IDT) Матеріали електроізоляційні. Характеристики нагрівостійкості. Частина 2. Визначення показників нагрівостійкості. Вибір критерію випробування [Чинний від 31.12.2023] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 33 с.