



ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G-Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G3-Електрична інженерія
Освітня програма	Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії Електричні станції Електричні системи і мережі Управління, захист та автоматизація енергосистем Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси Електричні машини і апарати Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електрична мобільність
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	онлайн/самонавчання/бістаціональна/смішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, 2 семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити ECTS / 90 годин (лекцій – 36 годин, лабораторних занять – 18 годин)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік/модульна контрольна робота, захист лабораторних робіт
Розклад занять	1 лекція 1 раз на тиждень, 1 лабораторне заняття – 1 раз на 2 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції, лабораторні роботи: канб. техн. наук, боєнт, Кириленко Катерина Всеволобівна, katakyr20@gmail.com Лабораторні роботи: Мельник Олександр Анатолійович oa.melnyk@kpi.ua Коваленко Ірина Рівна, 2048141@ukr.net Косанук Оксана Володимирівна, kozachuk_oksana@ukr.net
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Mjc0MTUwMTQ4NDI0?cjc=avursty

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення навчальної дисципліни "Електротехнічні матеріали" спрямоване на формування спеціаліста, здатного виконувати роботу дослідника, конструктора, технолога та експлуатаційника електротехнічного, електромеханічного та електроенергетичного обладнання, забезпечуючи його високу якість та надійність в експлуатації, ефективне використання та кваліфіковане технічне обслуговування.

Метою вивчення дисципліни "Електротехнічні матеріали" є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

(K07) працювати в команді; (K13) вирішувати комплексні спеціалізовані завдання і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станції і підстанції та техніки високих напруг; (K15) вирішувати комплексні спеціалізовані завдання і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою

пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; (К16) вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

Просправні результати навчання, на формування та удосконалення яких спрямовано навчальну дисципліну: (ПРО7) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, візовісних комплексах і системах.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Дисципліна "Електротехнічні матеріали" відноситься до професійно-орієнтованих дисциплін, що є обов'язковими для бакалаврів електромеханічного напрямку підготовки. Вона забезпечує засвоєння таких основних дисциплін, як "Основи метрології та електричних вимірювань", "Електричні машини", "Електричні мережі та системи", "Релейний захист і автоматизація енергосистем", "Електрична частина станцій та підстанцій", та ін.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна містить 5 розділів.

Розділ 1. Вступ. Місце і роль дисципліни в підготовці бакалаврів-електротехніків. Вивчення електротехнічних термінів. Загальні відомості про електроенергетику, електротехнічні матеріали і їх класифікацію за різними критеріями..

Розділ 2. Діелектрики. В цьому розділі розглядаються діелектрична і електроізоляційність діелектриків, діелектричні втрати, процеси діелектриків, фізико-хімічні, механічні і радіаційні властивості діелектриків та основні діелектричні матеріали.

Розділ 3. Провідникові матеріали. Класифікація і основні властивості провідникових матеріалів. Провідникові матеріали різного електротехнічного призначення.

Розділ 4. Напівпровідникові матеріали. Цей розділ включає загальну характеристику і розгляд основних властивостей напівпровідників, а також інформацію про основні напівпровідникові матеріали.

Розділ 5. Магнітні матеріали. Основні відомості про магнітні властивості матеріалів. Процеси в магнітних матеріалах. Намагнічування ферромагнетиків. Магнітом'які і магнітотверді магнітні матеріали..

4. Навчальні матеріали та ресурси

ОСНОВНА БІБЛІОГРАФІЯ

1. Електротехнічні матеріали: Курс лекцій. Частина 1. Діелектричні матеріали. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів освіти бакалавра за освітніми програмами «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність», «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», уклад.: В. М. Кириленко, К.В. Кириленко. В.М. Фоловко – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 224 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45608>
2. Електротехнічні матеріали: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів освіти бакалавра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Кириленко, К. В. Кириленко, М. О. Бубько. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,71 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 74 с. – Назва з екрана. Ресурс доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48371>

3. Електротехнічні матеріали: оформлення звітів з лабораторних робіт [Електронний ресурс] : навпальний посібник для студентів спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Кириленко, В. М. Кириленко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,34 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 23 с. – Назва з екрана. Рендом ботував: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48385>
4. Колесов С.М., Колесов І.С. Електроматеріалознавство: підручник. – К.: «Видавництво Дельта», 2008. – 516 с.
5. Конструктивні та функціональні матеріали / Бабак В.П., Байса Д.Ф., Різак В.М., Філоненко С.Ф. У двох частинах. – К.: Техніка. – ф.1, 2003. – 344 с.; ф.2, 2004. – 368 с.
6. Фізичне матеріалознавство: Навп. посіб. / А.М. Полявко, В.П. Переверсєва, С.О. Воронов, А.І. Рукименко. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – ф. 2: Діелектрики. – 392 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Електротехнічні матеріали: навп. посібн. / А.С. Головченко, Д.В. Тищенко, А.А.Колб, А.В. Ніколенко; Мін-во освіти і науки України, Нау. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» - Дніпро: НТУ «ДП», 20212. – 184 с.
2. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 2815-94 Електричні й машинні кола та пристрої. Терміни і визначення.
4. ДСТУ 2725-94. Матеріали машинні. Терміни та визначення.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ с/у	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік біблїотечних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Засадані відомості про електротехнічні матеріали. Предмет і зміст курсу. Поняття про електротехнічні матеріали. Значення спільних електротехнічних матеріалів. Класифікація матеріалів в зв'язку з їх властивостями і областями використання. Поняття про ізоляційні, напівпровідникові, біоелектричні та машинні матеріали. Розвиток виробництва матеріалів в Україні і за кордоном. Економічні показники використання різних матеріалів. Охорона праці і техніка безпеки при виробництві електротехнічних матеріалів. Охорона природи і навколишнього середовища від забруднення відходами виробництва матеріалів. Особливості стандартів. Література: 1, с. 6-9; 6, с. 5-12
2,3	Основні відомості про будову речовини. Електротехнічні терміни і визначення, які необхідні при вивченні дисципліни. Зв'язок між класифікацією електротехнічних матеріалів і атомарним станом речовини. Основні відомості про будову атомів, молекул та речовини. Види хімічних зв'язків у молекулах та в конденсованій речовині. Полярні та неполярні хімічні зв'язки. Зв'язок між класифікацією електротехнічних матеріалів і хімічним зв'язком у речовині. Кристаліна і аморфна будова речовини. Типи кристалічних ґраток, дефекти кристалічних ґраток, їх класифікація і роль в властивостях речовини. Поняття про теорію твердого тіла. Утворення енергетичних зон при конденсації речовини. Класифікація електротехнічних матеріалів у світлі зонної теорії. Література: 1, с. 10-27, 4, с. 4-16; 5, с. 3-10;
4,5	Полярність і електропровідність діелектриків, діелектричні втрати

	Електричні явища в діелектриках. Бурова діелектриків. Електричні саряби в діелектриках і їх взаємодія з електричним полем. Природа поляризації речовини. Діелектрична проникність. Її залежність від температури і різних зовнішніх факторів. Методи вимірювання діелектричної проникності. Поляризація діелектриків, твердих і рідких діелектриків. Лінійні і нелінійні діелектрики. Сегнетоелектрики, п'єзоелектрики і пієоелектрики. Електропровідність. Питома провідність. Питома об'ємна провідність. Електропровідність діє, її природа і залежність від напруженості електричного поля. Електропровідність рідких діелектриків. Вплив вологи. Роль вологості. Залежність від температури. Поверхнева провідність. Методи вимірювання питомої об'ємної і поверхневої опору. Діелектричні втрати. Повні і часткові втрати. Схема саміщення діелектричних втрат (діелектриків з втратами). Природа і види діелектричних втрат. Залежність від температури, абсолютного стану речовини і діелектричних параметрів. Методи визначення тангенса кута діелектричних втрат. Література: 1, с. 28-79, 4, с. 17-33, с. 49-66; 5, с. 108-121;
6-8	Пробий діелектриків. Визначення і основні характеристики пробної. Пробивна напруга і електрична міцність. Пробий діє в однорідному і неоднорідному електричному полі. Пробий при постійній і змінній напрузі низької і високої частоти. Пробий при імпульсах. Залежність пробивної напруги від тиску і величини іскрового проміжку. Вплив вологості і температури на пробивну напругу діє. Фактори впливу електричної міцності. Пробий рідких діелектриків і механізм цього явища. Вплив вологи на характер залежностей пробивної напруги від температури, тривалості напруги, форми поля. Пробий твердих діелектриків. Закономірності теплового і електричного пробиву. Основи теорії теплового пробиву. Електричний пробій. Залежність електричної міцності твердих діелектриків від форми поля, робу струму, частоти струму, тривалості дії напруги, товщини діелектрика. Електрохімічний пробій. Пробий неоднорідного діелектрика. Іонізаційний пробій. Пробий по поверхні твердого діелектрика. Експериментальні дані про поверхневий пробій. Методи визначення електричної міцності діелектриків. Література: 1, с. 79-140; 4, с. 66-84; с. 144-154;
9,10	Механічні властивості діелектриків: суцільна, міцність при різних видах механічного навантаження, твердість, опір розколюванню, стійкість до набиву, ударна в'язкість, віб्रोустійкість, зчепність та ін. Засадна інформація про методи визначення механічних властивостей. Фізико-хімічні властивості діелектриків: хімічність, вологостійкість (гігроскопічність), вогнестійкість, вогнестійкість, вогнестійкість та ін. і засадна інформація про методи їх визначення. Теплові властивості діелектриків: теплопровідність, теплоємність, температурні коефіцієнти розширення, температури плавлення і розм'якшення; в'язкість, теплове старіння діелектриків, напруженість за механічними і електричними властивостями, стійкість до термоударів, холодостійкість та ін. Вплив радіоактивних випромінювань на діелектрики. Класифікація іонізуючих

	вищомінювань. Зникаючі і постійні ефекти при дії радіації. Критичні точки поглинутої енергії при опроміненні. Зміна властивостей діелектриків внаслідок дії навколишнього середовища: світлостійкість, атмосферостійкість і тривалість. Дія біологічних факторів на діелектрики. Література: 1, с. 141-172; 4, с. 84-104; 5, с. 154-165;
11,12	Спеціальні діелектричні матеріали. Використання спеціальних діелектриків в електротехніці та енергетиці. Рідкі діелектрики. Трансформаторна, конденсаторна і кабельна олива, касторова олива, синтетичні рідинні діелектрики. Використання рідинних діелектриків в електротехніці та енергетиці. Природні смоли, висихаючі рослинні оливи, бітуми, воскоподібні діелектрики. Полімери: поліетилен, поліпропілен, полістирол, політетрафторетилен, полівінілхлорид, поліефіри, поліметилметакрилат, поліаміди, поліуретани, полііміди, фенол- формальдегідні смоли, епоксидні смоли, фторополімерні полімери, кремнійополімерні полімери, ефіри целюлози та ін. Ополімерні ілівки. Використання полімерних діелектриків в електротехніці та енергетиці. Пластмаси. тваринні і фольговані іластики. Еластомери. Комбіновані. Електроізоляційні лаки, емалі і клеї. Волокнисті матеріали: ополімерні і неополімерні, прополімерні і непрополімерні. Використання іластмас в електротехніці та енергетиці. Монокристалічні діелектрики і матеріали на їх основі для електротехнічного використання. Неополімерні тонкі і товсті ілівки. Скло, його класифікація. Оксидне скло: кварцове, лужне, безлужне. Використання скла. Електротехнічна кераміка: електротехнічна ізоляційна, конденсаторна кераміка та ін. Використання керамічних діелектриків в електротехніці та енергетиці. Література: 1, с. 173-224; 4, с. 104-217; 5, с. 108-272 https://classroom.google.com/c/MTUyNzQwMzEONzI3
13,14	Провідникові матеріали різного електротехнічного призначення. Засадна характеристика провідникових матеріалів, вплив металів і сплавів. Залежність електричних властивостей металів від зовнішніх факторів. Класифікація провідникових матеріалів. Провідникова міша її властивості і застосування. Провідникові бронзи і латуні. Алюміній, його властивості і застосування. Провідникові сплави на алюмінієвій основі. Срібло, золото, платина, нікель. Натрій. Напівпровідники і кріопровідники. Використання матеріалів високої провідності в провідниках і кабелях. Засадані сплави і класифікація провідникових сплавів за застосуванням. Сплави високого електроопору. Термоізопні матеріали. Сплави для технічних резисторів. Нарості сплавів. Тисоілаві метали і сплави. Сплави різного призначення. Контактні матеріали. Залізо, біметали. Припої і флюси. Неметалічні провідники. Література: 4, с.230-247; 5, с.11-30
15,16	Засадна характеристика напівпровідникових матеріалів. Засадні властивості і класифікація. Основні параметри, які характеризують

	властивості напівпровідникових матеріалів (тип провідності, ширина забороненої зони, рухливість носіїв зарядів і др.), залежність параметрів від температури матеріалу, густоти струму. P-n - перехід в напівпровідниках. Контактні явища на границі напівпровідник-метал. Використання напівпровідникових матеріалів для діодів, тріодів, терморезисторів, фоторезисторів, тензорезисторів, варисторів, батників Холла, для термоелементів та інших технічних використання. Інтегральні схеми. Переваги напівпровідникових приладів. Напівпровідникові матеріали. Германій і кремній. Матеріали системи $A^{IV}B^{IV}$; $A^{III}B^{VI}$, $A^{II}B^{VI}$; Багатофазні напівпровідникові матеріали. Оксидні напівпровідники, карбід кремнію. Застосування технології обробки і переробки напівпровідникових матеріалів. Література: 4, с.265-310, 5, с.48-107
17,18	Застосована характеристика масивних матеріалів. Класифікація масивних матеріалів. Намагнічування масивних матеріалів. Основні характеристики в статичних умовах. Статична і реверсивна масивна проникність. Динамічна швидкість зміни сили. Динамічна, амплітудна і комплексна масивна проникність. Масивні втрати, їх розрахунок і шляхи зменшення цих втрат. Точки Кюрі масивних матеріалів. Вплив хімічного складу, структури, механічної обробки і термообробки на масивні властивості матеріалів. Масивотвірні матеріали в електротехніці. Масивотвірні матеріали для магнітопроводів. Характеристики швидкої зміни сили. Магнітопроницає матеріали з високою індукцією насичення, технічне залізо, електроізоляційне залізо, карбонільне залізо, електротехнічна сталь, пермалюй. Магнітопроницає матеріали з високою масивною проникністю (пермалюй, альсифер). Магнітопроницає матеріали: магнітобіелектрики і масивотвірні ферити. Особливості використання масивотвірних матеріалів в електрообладнанні. Масивотверді матеріали для постійних магнітів і магнітної пам'яті. Характеристики швидкої зміни сили. Питома масивна енергія. Стабільність постійних магнітів. Сталі, закалені на мартенсит. Нековкі (ливарні) масивотверді матеріали на основі системи залізо-алюміній. Пластинні безформовані (ковкі) масивотверді сплави. Сплави на основі рідкісних земель. Спеціальні феромагнетики. Магнітострикційні метали і сплави. Матеріали для магнітного запам'ятовування інформації. Термомасивні матеріали. Масивні матеріали з прямокутною швидкою зміною сили. Масивні ілвіки. Інші масивні матеріали. Старіння масивних матеріалів. Література: 4, с.310-346, 5, с.273-327,

Лабораторні роботи

¼	Короткий зміст лабораторної роботи
1	Дослідження електропровідності твердих діелектриків. Мета роботи – дослідити вплив складу і структури матеріалу та факторів навколишнього середовища на значення питомих об'ємно – ρ_v та поверхневих – ρ_s опорів твердих діелектриків.

	Завдання на роботу 1. Визначити p_v і p_s сухих твердих діелектриків при кімнатній температурі (об'єкти досліджень визначас викладач) і оцінити вплив складу і макроструктури на електроізоляційність ізоляційних і неізоляційних об'єктів, волокнистих та композиційних діелектриків. 2. Визначити p_v і p_s зволених твердих діелектриків при кімнатній температурі і оцінити вплив вологості на електроізоляційність ізоляційних і неізоляційних об'єктів, волокнистих та композиційних діелектриків, порівнявши отримані результати з результатами п.1. 3. Підготувати звіт з роботи з врахуванням мети роботи, основних і додаткових завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. Література [2], с. 11-15; [3], с. 7-12
2	Дослідження ізоляційності твердих діелектриків. Мета роботи – дослідити вплив складу й структури матеріалу та умов на ізоляційні властивості твердих діелектриків. Завдання на роботу 1. Визначити геометричні параметри зразків діелектричних матеріалів різного складу та структури, які підлягають дослідженню. 2. За допомогою мостових чи резонансних приладів виміряти їхні смності. 3. Розрахувати відносну діелектричну проникність досліджених діелектриків та класифікувати їх за механізмами ізоляційності з врахуванням складу і структури. 4. Експериментально дослідити вплив температури на смність конденсаторів з різними діелектричними матеріалами. 5. Зобразити графічно температурні залежності смності, розрахувати температурні коефіцієнти смності графічним методом і пояснити температурну залежність смності конденсаторів. 6. Підготувати звіт з роботи з врахуванням мети роботи, основних і додаткових завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. Література [2], с. 16-20; [3], с. 14-16
3	Дослідження діелектричних втрат у твердих діелектриках. Мета роботи – вивчення механізмів діелектричних втрат та закономірностей впливу умовних факторів на діелектричні втрати твердих діелектриків. Завдання на роботу 1. Виміряти мостовим методом залежність смності та $\tan \delta$ від температури для ряду конденсаторів і зразків діелектричних матеріалів за вказівкою викладача. 2. Побудувати температурні залежності смності, $\tan \delta$ та фактору втрат (добутку смності і $\tan \delta$). 3. Визначити механізми діелектричних втрат в досліджених матеріалах шляхом порівняння отриманих температурних залежностей $\tan \delta$ з теоретичними. 4. Підготувати звіт з роботи з врахуванням мети роботи, основних і додаткових завдань. Література [2], с. 21-24.
4	Дослідження електричної міцності діелектриків. Мета роботи – дослідити залежності умовної міцності від складу, структури та твердих (за вказівкою викладача) діелектриків. Завдання на роботу 1. Ознайомитися з інструкцією з техніки безпеки при високовольтних випробуваннях і отримати допуск до виконання роботи. 2. Дослідити залежність умовної міцності від тиску в об'єкті електричному

	иолі. 3. Побукувати срафіки саленності иробивної наирусу та електрипної міуності иовітря віб тиску та иояснити їх. 4. Виснапити у необнорібному електрипному иолі снапення иробивної наирусу иовітряносо иромінку ири рісних вібстанях мінелектробами. 5. Побукувати та иояснити саленність иробивної наирусу та електрипної міуності віб вібстані мін електробами. 6. Виснапити електрипну міуність трансформаторносо масла. Оуїнити вилив боміиок та сволонення на електрипну міуність масла. 7. Пібсотувати світ с роботи с врахуванням мети роботи, основних і бобаткових савбань, навебених у метобипних вкасівках с конкретних розбілів роботи. література [2], с. 25-29; [3], с. 17.
5	Колоквіум ио біелектрипних матеріалах
6	фослідження електроиовідності наиівировідників. Мета роботи – бослібити вилив темиератури на електроиовідність наиівировідників. Завдання на роботу 1. Виміряти темиературну саленність ииору наиівировідникових елементів електронної техніки (або са вкасівкою виклабапа иитомосо ииору наиівировідникових матеріалів, метобика виснапення якосо навебена у бобатку) в біаиасоні темиератур віб кімнатної бо 100 C. 2. Побукувати темиературну саленність ииору наиівировідникових елементів (иитомосо ииору наиівировідників) у лінійному маситабі. 3. Виснапити снапення TKR (TKp) наиівировідникових матеріалів (елементів) ири темиературі 60 C срафінним метобом. 4. Побукувати темиературну саленність ииору наиівировідникових елементів (або иитомосо ииору наиівировідникових матеріалів) у наиівлоса-рифмінному маситабі $I_{gr} = f(1/T)$ 5. Виснапити снапення иирипи сабороненої сони наиівировідників. 6. Обпислити теоретипні снапення TKR (TKp) наиівировідників (елементів) ири темиературі 60 C. 7. Пібсотувати світ с роботи с врахуванням мети роботи, основних і бобаткових савбань, навебених у метобипних вкасівках с конкретних розбілів роботи. література [2], с. 30-33; [3], с. 17-18
7	фослідження властивостей ировідникових ватеріалів. Мета роботи – бослібити вилив темиератури на електроиовідність ировідникових матеріалів с високою иитомою ировідністю та високим иитомим ииором; виснапити иитому термоЕРС ировідникових термоиар. Завдання на роботу 1. Виміряти саленності ииору ировідникових матеріалів віб темиератури і иобукувати срафіки уих саленностей. Розрахувати темиературний коефііуснт ииору TKR бля матеріалів, уо бослібнувалися. 2. Паралельно с и.1 сняти саленності термоЕРС термоиар віб темиератури і иобукувати вібиовібні срафіки. Виснапити иитому термоЕРС бля бослібнених термоиар. 3. Пібсотувати світ с роботи с врахуванням мети роботи, основних і бобаткових савбань, навебених у метобипних вкасівках с конкретних розбілів роботи. література [2], с. 34-37; [3], с. 19

8	дослідження властивостей феромаснітних матеріалів. Мета роботи – навчитися визначати основні характеристики феромаснітних матеріалів. Завдання на роботу 1. Розмаснітити зразок матеріалу, що досліджується, з допомогою котушки з низькопастотним необоротним маснітним током. 2. Зняти основну криву намагнічування феромаснетика (за вибором викладача) з допомогою переметра Кеуселя. 3. Побудувати основну криву намагнічування. Визначити індукцію μ_0 та максимальну $\mu_{\max}$ відносні маснітні проникності. Розрахувати та побудувати залежність відносної маснітної проникності μ від напруженості маснітного поля H. 4. Виміряти статичну залежність маснітної індукції B від напруженості маснітного поля H для побудови графічної частини сістематичного. Побудувати графічну частину сістематичного та визначити індукцію насичення B_s, залишкову індукцію B_r і коеритивну силу H_c. Визначити, до якого типу відноситься феромаснетик. 5. Підготувати звіт з роботи з врахуванням мети роботи, основних і допоміжних завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. Література [2], с. 38-42; [3], с. 20.
9	Колоквіум по навчальним питанням, питанням та маснетикам

6. Самостійна робота студента

$\frac{1}{4}$ с/у	Виб самостійної роботи	Кількість оцінок СРС
1	Підготовка до аудиторних занять, вивчення лекційного матеріалу	9
2	Проведення розрахунків за певними даними, отриманими на лабораторних заняттях, побудова графіків, написання висновків	14
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	7
4	Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної діяльності (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відносно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено опіювати присутність або відсутність студента на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохопувальні або штрафні бали. Відносно до РСО бачити бачити бачити нараховують за відносно виби навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях. Відвідування лабораторних робіт з бачити бачити бачити умовою бачити бачити бачити;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відносно виби навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО бачити бачити. Використання засобів зв'язку для отримання інформації на занятті викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі classroom.google здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила самотності лабораторних робіт: бачити бачити бачити як індивідуальний самотність лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на певному лабораторному занятті). В обох випадках опіюють індивідуальні відносно бачити бачити.

- правила сахисту індивідуальних завдань: сахист мобільної контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не уособнується із нахованими балами за результатами перевірки МКР. Написання МКР є обов'язковим для проходження семінару;
- правила присудження заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали.
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс етики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та забезпечує політику академічної доброчесності для осіб, що навчаються і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних завдань з дисципліни «Електротехнічні матеріали»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обходитись з використанням засобів зв'язку.

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

- Поточний контроль: колоквіуми за основними розділами лекційного матеріалу, сахист лабораторних робіт, мобільна контрольна робота
- Календарний контроль: проводиться щотижня на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог програми і оцінюється в балах.

Таблиця відношення 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
Не виконані умови проходження	Не проходжено
Порушення принципів академічної доброчесності	Усунено

Рейтинг студентів з дисципліни складається з балів за виконання таких робіт:

- виконання і сахист 7 лабораторних робіт;
- 2 колоквіуми за основними розділами лекційного матеріалу
- написання мобільної контрольної роботи;
- семестровий контроль - семінар.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання

1. Виконання лабораторної роботи (підготовка до виконання лабораторної роботи, проведення експериментів, оформлення звіту і сахист лабораторної роботи).

Важовий бал – 10.

Максимальна кількість рейтингових балів: $10 \times 7 = 70$. Критерії

оцінювання:

2. своєчасне і повне виконання лабораторної роботи (повністю оформлений звіт з виконаної роботи, обов'язкове оформлення розрахунково-графічної частини, повний аналіз результатів і змістовні висновки за результатами роботи), виперині відповідей на запитання читання, підтвердження всіх понять; величина **20**
3. незначні помилки в розрахунково-графічній частині або незначні відповідей на запитання **15-19**
4. Неповне або неправильне виконання (відсутні записання, суттєві помилки в розрахунках неправильні відповідей на запитання) **0. 14**

2. Колоквіум за основними розділами лекційного матеріалу

Базовий бал – 5.

Максимальна кількість рейтингових балів: **5x2=10.**

Критерії оцінювання:

- Правильні і повні відповідей **5**
- частково правильні або незначні відповідей **3 4**
- Відсутні або неправильні відповідей **0. 2**

3. Модульна контрольна робота:

Базовий бал – **20 Критерії**

оцінювання:

- Правильне і повне виконання **20**
- Правильне, але неповне виконання (незначні відповідей або незначні помилки в розрахунках) **15 ...19**
- Неповне або неправильне виконання (відсутні записання, неправильні відповідей на теоретичні запитання, або суттєві помилки в розрахунках) **0. 14**

4. Залік (в залежності від рівня підготовки) **до 40**

5. Формативні записання (заохочувальні бали)

Для покращення рейтингу студент за бажанням студента і згодою викладача може отримати формативні бали, відсоткову частину стислий реферат або презентацію на заняття викладачем теми або письмові відповідей на бачення викладачем запитання (не більше 1 формативного записання на 1 студента протягом семестра)

Базовий бал – 5

Оцінюється викладачем від 0 до 5 балів в залежності від якості відсоткованого матеріалу.

Розмір шкали рейтингу **R=100** балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «задоволено» з **першої проміжної атестації** (8 тижнів) студент матиме не менше ніж **17 балів** (на підсумок 8 тижнів разом з календарним планом контрольних заходів можна отримати 28 балів).

Для отримання «задоволено» з **другої проміжної атестації** (14 тижнів) студент матиме не менше ніж **40 балів** (на підсумок 14 тижнів разом з календарним планом контрольних заходів можна отримати 65 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до заліку: виконання і захист всіх лабораторних робіт, написання модульної контрольної роботи. Студенти, які протягом семестру не набрали 60 балів або бачать

визначити свою оцінку виконують залікову контрольну роботу, при цьому бали, набрані в семестрі, анулюються.

Базовий бал залікової контрольної роботи – 100

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

- виперині відповідей на всі основні, а також на додаткові питання, підтвердження всіх понять; величина – **95..100 балів**;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності – **85...94 бали**;
- допускаються окремі помилки, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів в електротехнічних матеріалах і принципів їх використання – **75...84 бали**;
- допускаються суттєві помилки, неовне розуміння основних понять і суті процесів в електротехнічних матеріалах і принципів їх використання – **60...74 бали**.
- Незнання матеріалу, нерозуміння основних понять і процесів в електротехнічних матеріалах – **менше 60 балів**

9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Залісна характеристика сфер застосування електротехнічних матеріалів
2. Зв'язок між видами хімічних зв'язків у молекулах і конденсованій речовині і властивостями електротехнічних матеріалів
3. Основні положення сонної теорії твердих тіл і класифікація електротехнічних матеріалів в рамках цієї теорії.
4. Полярність діелектриків. Основні фізичні і технічні параметри, які характеризують полярність.
5. Основні види та механізми полярності, їхні особливості. Класифікація діелектриків за видами полярності.
6. Особливості спонтанної полярності та її залежність від температури та частоти.
7. Залежність діелектричної проникності діелектриків з різною структурою від температури та частоти.
8. Діелектрична проникність сумішей двох або більшої кількості діелектриків, які не утворюють об'єднань з одним хімічним складом.
9. Основні класи активних діелектриків, особливості їх полярності та області застосування.
10. Електропровідність твердих діелектриків. Вплив зовнішніх факторів на об'ємний та поверхневий питомі опори, методи їх вимірювання.
11. Електропровідність засів, несамотійна та самотійна провідність засів, струм нагрівання в засах.
12. Діелектричні втрати, механізми діелектричних втрат, повні і питомі втрати, кут діелектричних втрат.
13. Схеми саміювання діелектрика з втратами, векторні діаграми і вирази для $\tan \delta$ для них та можливості застосування схем саміювання.
14. Види діелектричних втрат в залежності від структури і властивостей діелектриків.
15. Вплив зовнішніх факторів на діелектричні втрати.
16. Залісна характеристика явища пробою діелектриків. Види пробою.
17. Фізика електричного пробою в однорідному полі.
18. Вплив електропровідності засів на їхню електричну міцність.
19. Залежність електричної міцності засів від тиску і відстані між електродами. Закон Паулені.
20. Теорія теплового пробою діелектриків.
21. Вплив характеристик діелектрика і зовнішніх факторів на пробивну напругу при теплового пробою.
22. Фактори розрядів в діелектриках і характеристики їхньої інтенсивності.

23. Особливості і закономірності іонізаційного процесу.
24. Вологість, гігроскопічність, зволоженість, вологовиділення біоелектричних матеріалів і їх вплив на експлуатаційні характеристики ізоляції.
25. Класи напівпровідникової електричної ізоляції, температурний коефіцієнт і профіль напівпровідникової ізоляційних матеріалів.
26. Вплив радіоактивного опромінення на електричні, механічні та теплові властивості біоелектриків.
27. Практичне застосування теплопровідності, термостійкості, стійкості до термоудару та температурного коефіцієнту розширення електроізоляційних матеріалів.
28. Характеристика електроізоляційних властивостей цукру та інших засохлих біоелектриків.
29. Природні та синтетичні рідинні електроізоляційні матеріали, їхні властивості, особливості та основні області застосування.
30. Класифікація твердих біоелектриків за різними критеріями, особливості та області застосування твердих біоелектриків.
31. Властивості та області застосування слюб (мусковіту та флюїту). Основні групи матеріалів на основі слюб, їхні властивості та області застосування.
32. Електроізоляційне скло і матеріали на його основі.
33. Найважливіші типи керамічних електроізоляційних матеріалів та області їхнього застосування.
34. Класифікація і області застосування полімерних біоелектриків і пластмас.
35. Основні полімерні біоелектричні матеріали, їхні властивості і застосування.
36. Еластомери, їхні властивості застосування.
37. Резини, емалі і компаунди, їхні властивості і застосування.
38. Волокнисті електроізоляційні матеріали (органічні і неорганічні), їхні властивості і застосування.
39. Загальна характеристика активних біоелектриків.
40. Загальна характеристика провідникових матеріалів і їх застосування.
41. Основні властивості провідникових матеріалів.
42. Провідникові матеріали високої провідності: властивості і застосування.
43. Провідникові матеріали високого опору: властивості і застосування.
44. Термоізольовані матеріали: властивості і застосування.
45. Прийоми і провідникові матеріали для електричних контактів: властивості і застосування.
46. Напівпровідникові і криорезистивні матеріали: властивості і застосування.
47. Загальна характеристика і класифікація напівпровідників.
48. Вплив зовнішніх факторів на електропровідність напівпровідників.
49. Термоелектричні явища в напівпровідниках і їхні застосування.
50. Магнітоелектричні явища в напівпровідниках і їхні застосування.
51. P-n перехід в напівпровідниках, його властивості і застосування.
52. Магнітні властивості речовини і загальна класифікація магнітних матеріалів.
53. Магнітом'які матеріали, їхні властивості і застосування.
54. Магнітотверді матеріали, їхні властивості і застосування.

Роботу програму навчальної дисципліни (снлабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії, канд. техн. наук Кириленко К.В.

Ухвалено кафедрою ВДЕ (протокол № 10 від 17.05.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенергетехніки та автоматики (протокол № 6 від 27.06.2025)