



ПРИЙМАЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський професійний)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 6 кредитів ECTS / 180 годин; аудиторних – 90 год: лекції – 54 годин; практичні заняття – 18 годин; лабораторні заняття – 18 годин самостійна робота – 90 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>1,5 лекцій (3 години) 1,5 рази на тиждень 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на тиждень 1 лабораторне заняття (4 години) 1 раз на 2 тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net Практичні заняття: к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTg4Mzc2NDIzMDU0?cjc=ttrhef4</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування» складено відповідно до освітньої програми підготовки магістрів «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК08. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК13. Здатність запроваджувати комплексний контроль технічного стану ізоляції різноманітного високовольтного обладнання енергосистеми, включаючи трансформатори, реактори, ізолятори.

Предметом вивчення дисципліни: - ізоляція та ізоляційні системи високовольтного обладнання, ефективні методи випробувань електрообладнання електричних мереж; обладнання для проведення випробувань електроустаткування, особливості його застосування в лабораторії та в процесі експлуатації; сучасні методики обробки та аналізу результатів випробувань електроустаткування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: РН03. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах. РН12. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. РН16. Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики. РН17. Обслуговувати та експлуатувати високовольтне випробувальне електроустаткування, вимірювальне обладнання, а також обробляти результати вимірювань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні питання випробувань електрообладнання.

Тема 1.1 Випробування – складова системи забезпечення надійності роботи електрообладнання.

Тема 1.2. Контроль технічного стану електрообладнання підстанцій.

Розділ 2. Перспективні методи випробувань електрообладнання під час його експлуатації

Тема 2.1: Фізико-хімічний аналіз трансформаторного масла, як метод визначення технічного стану маслонаповненого електрообладнання

Тема 2.2: Тепловізійний контроль технічного стану електрообладнання.

Тема 2.3: Діагностика технічного стану електрообладнання за допомогою хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів (ХАРГ).

Тема 2.4: Найбільш ефективні методи діагностики стану ізоляції електрообладнання.

Розділ 3. Задачі профілактичного контролю. Види ізоляції. Види дефектів. Види контролю ізоляції Види випробувальних напруг

Тема 3.1. Загальні фізико-хімічні властивості діелектриків.

Тема 3.2. Явище абсорбції та його використання для оцінки стану високовольтної ізоляції.

Тема 3.3. Контроль стану ізоляції по значенню кута діелектричних витрат.

Тема 3.4. Вимір характеристик часткових розрядів для контролю ізоляції.

Тема 3.6. Зволоження трансформаторного масла та способи його контролю.

Тема 3.7. Профілактика високовольтної ізоляції енергетичних апаратів.

Розділ 4. Практичне використання методів випробувань електроустаткування та виконання аналізу отриманих результатів цих випробувань

Тема 4.1. Методи та методики визначення параметрів контролю технічного стану силових трансформаторів

Тема 4.2. Контроль стану електроустаткування з паперово-масляною ізоляцією

Тема 4.3. Використання тепловізійного контролю стану

Тема 4.4. Контроль за наявністю дефектів в маслонаповненому електроустаткуванні шляхом обробки результатів хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів.

Тема 4.5. Оцінювання вологості твердої ізоляції в маслонаповненому електроустаткуванні

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч. посібник / Уклад.: В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.

2. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. – К.: «ДП НТУКЦ», - 2011. – 1008с.

3. СОУ-Н ЕЕ 46.302:2006 (Діючий на 2022р.) Підготовка та проведення хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі маслонаповненого

електрообладнання. Методичні вказівки., (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

4. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 (діючий на 2022р.). Діагностика маслонаповненого трансформаторного обладнання за результатами хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі. Методичні вказівки., (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Приймальні та експлуатаційні випробування електрообладнання” для студентів спеціальності “Техніка та електрофізика високих напруг”: У 2-х ч./ Уклад.: В.Б. Абрамов, О.Р. Проценко. – – К.: НТУУ«КПІ», 2009, - 33 с. (Цей електронний інформаційний ресурс знаходиться в КАМПУСі для відповідної дисципліни. <http://login.kpi.ua>)

6. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустановок: Методичні вказівки до проведення практичних занять для студентів спеціальності «Техніка та електрофізика високих напруг». :/ Уклад.: В.Б. Абрамов, О.Р. Проценко. – К.: НТУУ«КПІ», 2011. – 92с. (Цей електронний інформаційний ресурс знаходиться в КАМПУСі для відповідної дисципліни. <http://login.kpi.ua>)

Додаткові інформаційні ресурси:

1.Техніка і електрофізика високих напруг: Навч. посібник / За ред. В.О.Бржезицького та В.М.Михайлова. – Харків: НТУ „ХПІ” – Торнадо, 2005. – 930 с.

2. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).

3. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)

4. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.)Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ,2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Розділ 1. Загальні питання випробувань електрообладнання.
1	<p><u>Тема 1.1</u> Випробування – складова системи забезпечення надійності роботи електрообладнання <i>Лекція №1</i> (2 години). Випробування – складова системи забезпечення надійності роботи електрообладнання</p>
2	<p><u>Тема 1.2.</u> Контроль технічного стану електрообладнання підстанцій. <i>Лекція №2</i> (2 години). Контроль технічного стану електрообладнання підстанцій. <u>Зміст:</u> Параметри (характеристики), які визначаються під час випробувань та їх ефективність для контролю технічного стану (діагностики) електрообладнання електричних мереж. Контроль та діагностика електрообладнання без виведення його з роботи, методи випробувань, які для цього застосовуються зараз, шляхи розвитку і вдосконалення такого контролю.</p>
	Розділ 2. Перспективні методи випробувань електрообладнання під час його експлуатації
3	<p><u>Тема 2.1:</u> Фізико-хімічний аналіз трансформаторного масла, як метод визначення технічного стану маслонаповненого електрообладнання. <i>Лекція №3</i> (2 години). Трансформаторне масло - інформаційне середовище діагностики електрообладнання. <i>Лекція №4</i> (2 години). Використання показників якості трансформаторного масла для визначення технічного стану електрообладнання. <u>Зміст:</u> Показники якості масла, що визначаються під час його випробувань, та застосування цих показників для контролю і діагностики маслонаповненого обладнання. Вплив експлуатаційних факторів та стану обладнання на значення показників якості масла і якісний вміст домішок в ньому.</p>
4	<p><u>Тема 2.2:</u> Тепловізійний контроль технічного стану електрообладнання. <i>Лекція №5</i> (2 години). Методичні основи тепловізійного контролю <u>Зміст:</u> Методичні основи тепловізійного контролю та критерії відбраковки обладнання. Особливості тепловізійного контролю електрообладнання підстанцій. <i>Лекція №6</i> (2 години). Проведення тепловізійного контролю обладнання <u>Зміст:</u>. Апаратура для тепловізійного контролю обладнання та обробка результатів, отриманих за її допомогою з метою визначення технічного стану вказаного обладнання.</p>
5	<p><u>Тема 2.3:</u> Діагностика технічного стану електрообладнання за допомогою хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів (ХАРГ). <i>Лекція №7</i> (2 години). Методичні основи застосування ХАРГ для виявлення дефектів в електрообладнанні <u>Зміст:</u> ХАРГ - метод виявлення дефектів у маслонаповненому обладнанні. Характерні гази, їх концентрації та співвідношення, які використовуються для визначення наявності дефектів в маслонаповненому обладнанні. <i>Лекція №8</i> (2 години). Проведення ХАРГ з метою контролю за станом обладнання <u>Зміст:</u>. Залежність результатів ХАРГ від особливостей конструкції та умов експлуатації обладнання. Апаратура для ХАРГ та обробка результатів, отриманих за її допомогою.</p>
6	<p><u>Тема 2.4:</u> Найбільш ефективні методи діагностики стану ізоляції електрообладнання. <i>Лекція №9</i> (2 години.) Найбільш ефективні методи діагностики стану ізоляції електрообладнання. <u>Зміст:</u> Випробування, що можуть бути рекомендовані, як найбільш ефективні для тих чи інших видів електрообладнання, з метою виявлення дефектів їх ізоляції: переліки, особливості застосування, параметри або характеристики, що визначаються.</p>
	Розділ 3. Задачі профілактичного контролю. Види ізоляції. Види дефектів. Види контролю ізоляції Види випробувальних напруг

7	<p><u>Тема 3.1.</u> Загальні фізико-хімічні властивості діелектриків <i>Лекція 10.</i> (2 години) Задачі та виконання профілактичного контролю. <u>Зміст:</u> Види ізоляції. Види дефектів. Види контролю ізоляції Види випробувальних напруг. ([2] стор. 24-27). Схеми заміщення ізоляції для аналізу усталених та перехідних процесів. Характер струму через ізоляцію при впливі напруги</p>
8	<p><u>Тема 3.2.</u> Явище абсорбції та його використання для оцінки стану високовольтної ізоляції. <i>Лекція 11.</i> (2 години) Абсорбційні методи контролю стану ізоляції. <u>Зміст:</u> Коефіцієнт абсорбції. Мегаометр. Абсорбційні процеси в двошаровому діелектрику. <i>Лекція 12.</i> (2 години) Методи оцінки вологості ізоляції. <u>Зміст:</u> Ємні методи контролю стану ізоляції. Вимірювання струму абсорбції для оцінки вологості ізоляції.</p>
9	<p><u>Тема 3.3.</u> Контроль стану ізоляції по значенню кута діелектричних витрат <i>Лекція 13.</i> (2 години) Кут діелектричних витрат як параметр для оцінки стану ізоляції. <u>Зміст:</u> Можливості та обмеження. Вимірювання кута діелектричних витрат та типове устаткування. Вимірювання при завадах.</p>
10	<p><u>Тема 3.4.</u> Вимір характеристик часткових розрядів для контролю ізоляції. <i>Лекція 14.</i> (2 години) Часткові розряди - як характеристика ізоляції. <u>Зміст:</u> Методи вимірів часткових розрядів. Апаратура та способи її використання. .</p>
11	<p><u>Тема 3.5.</u> Ізоляційні масла та контроль їх характеристик. <i>Лекція 15.</i> (2 години) Ізоляційні масла, які використовуються для високовольтної ізоляції. <u>Зміст:</u> Способи контролю його характеристик. Методи його випробувань при визначенні електричної міцності. Газоаналіз трансформаторного масла для оцінки його стану. Хроматограф. Детектори по теплопровідності та по іонізації в полум'ї. Газоаналіз трансформаторного масла за допомогою оптичного обладнання з детектором на високочастотному газовому розряді. Способи відбора проб газів та масла для обладнання яке заповнене трансформаторним маслом. Методи екстракції газів з масла.</p>
12	<p><u>Тема 3.6.</u> Зволоження трансформаторного масла та способи його контролю. <i>Лекція 16.</i> (2 години) Методи контроль зволоження трансформаторного масла <u>Зміст:</u> Гідрид-кальцієвий метод виявлення зволоження трансформаторного масла. Метод Карла-Фішера (кулонометричний) для виявлення зволоження трансформаторного масла.</p>
13	<p><u>Тема 3.7.</u> Профілактика високовольтної ізоляції енергетичних апаратів. <i>Лекція 17.</i> (2 години) Обсяги профілактичних випробувань енергетичних апаратів <u>Зміст:</u> Профілактика ізоляції електричних машин. Профілактика ізоляції потужних високовольтних трансформаторів. Профілактика ізоляції електричних кабелів. Профілактичні випробування вентильних і трубчастих розрядників, конденсаторів та реакторів. <i>Лекція 18.</i> (2 години) Безперервний контроль за станом ізоляції <u>Зміст:</u> Використання автоматизованих інформаційних систем для моніторингу за станом ізоляції энергообладнання без його відключення від електромережі.</p>
	<p>Розділ 4. Практичне використання методів випробувань електроустаткування та виконання аналізу отриманих результатів цих випробувань</p>
14	<p><u>Тема 4.1.</u> Методи та методики визначення параметрів контролю технічного стану силових трансформаторів <i>Лекція 19</i> (2 години) Вплив конструкції силових трансформаторів на обсяг вимірювань їх електроізоляційних характеристик <u>Зміст:</u> Конструкція активної частини силових трансформаторів; складові ізоляційних конструкцій; схеми заміщення ізоляційних конструкцій; параметри контролю стану ізоляції цих конструкцій з урахуванням схем заміщення. <i>Лекція 20</i> (2 години) Врахування впливу температури обмоток на результати визначення тангенсу кута діелектричних втрат і опору ізоляції силових трансформаторів <u>Зміст:</u> Коригування результатів вимірювань тангенсу кута діелектричних втрат і опору ізоляції силових трансформаторів з метою приведення їх до базової температури та аналіз отриманих результатів.</p>

	<p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p> <p><u>Лекція 21</u> (2 години) Введення поправок на характеристики масла під час визначення опору і тангенсу кута діелектричних втрат ізоляції силових трансформаторів.</p> <p><u>Зміст:</u> Коригування результатів вимірювань тангенсу кута діелектричних втрат і опору ізоляції силових трансформаторів для випадків, коли вимірювання виконуються для одного і того ж трансформатора, але залитого маслами різної якості та аналіз отриманих результатів.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p> <p><u>Лекція 22</u> (2 години) Методики визначення параметрів опору короткого замикання і омичного опору постійному струму обмоток силових трансформаторів, що зменшують похибки результатів вимірювань.</p> <p><u>Зміст:</u> Призначення параметрів як таких, що свідчать про зміну стану окремих складових активної частини силових трансформаторів; особливості визначення значень цих параметрів та аналізу результатів таких визначень.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p>
15	<p><u>Тема 4.2.</u> Контроль стану електроустаткування з паперово-масляною ізоляцією</p> <p><u>Лекція 23.</u> (2 години) Аналіз результатів випробувань герметичних вводів з паперово-масляною ізоляцією з метою виявлення внутрішніх дефектів.</p> <p><u>Зміст:</u> Конструкція герметичних вводів з паперово-масляною ізоляцією; перелік параметрів контролю за станом складових герметичних вводів; методики визначення значень цих параметрів та залежність таких значень від змін технічного стану складових герметичних вводів.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p> <p><u>Лекція 24.</u> (2 години) Вплив конструкції трансформаторів струму з паперово-масляною ізоляцією на обсяг їх випробувань.</p> <p><u>Зміст:</u> Конструкція трансформаторів струму з паперово-масляною ізоляцією; перелік параметрів контролю за станом складових трансформаторів струму; методики визначення значень цих параметрів та залежність таких значень від змін технічного стану складових трансформаторів струму.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p>
16	<p><u>Тема 4.3.</u> Використання тепловізійного контролю стану працюючого електроустаткування</p> <p><u>Лекція 25.</u> (2 години) Похибки тепловізійного контролю електроустаткування та заходи, що сприяють їх зменшенню.</p> <p><u>Зміст:</u> Особливості проведення тепловізійного контролю стану електроустаткування в умовах експлуатації об'єктів електроенергетики; вплив різних факторів на достовірність результатів такого контролю; способи врахування чи зменшення похибок від таких впливів.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p>
17	<p><u>Тема 4.4.</u> Контроль за наявністю дефектів в маслonaповненому електроустаткуванні шляхом обробки результатів хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів.</p> <p><u>Лекція 26.</u> (2 години) Застосування графічних методів обробки результатів хроматографічного аналізу газів, розчинених в маслі маслonaповненого електроустаткування.</p> <p><u>Зміст:</u> Математичні моделі інтерпретації результатів хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів та використання таких моделей для виявлення дефектів у маслonaповненому електрообладнанні.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p>
18	<p><u>Тема 4.5.</u> Оцінювання вологості твердої ізоляції в маслonaповненому електроустаткуванні.</p> <p><u>Лекція 27.</u> (2 години) Застосування розрахункового методу оцінювання вологості твердої ізоляції маслonaповненого електроустаткування.</p> <p><u>Зміст:</u> Вплив зволоження твердої ізоляції на надійність роботи маслonaповненого електроустаткування; використання номограм для визначення зволоження твердої ізоляції без відбору проб такої ізоляції із вказаного устаткування.</p> <p>Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання.</p>

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття	2
2	Визначення тангенсу кута діелектричних втрат трансформаторного масла при різних температурах.	4
3	Визначення вмісту розчинених в трансформаторному маслі газів	4
4	Визначення температури контактних з'єднань за допомогою тепловізора	4
5	Вимірювання тангенсу кута діелектричних втрат приладом ВЕКТОР-02	4
	Всього:	18

Практичні заняття

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття	2
2	Заняття № 1. Вплив конструкції силових трансформаторів на обсяг вимірювань їх електроізоляційних характеристик.	2
	Заняття № 2. Врахування впливу температури обмоток на результати визначення тангенсу кута діелектричних втрат і опору ізоляції силових трансформаторів.	
	Заняття № 3. Введення поправок на характеристики масла під час визначення опору і тангенсу кута діелектричних втрат ізоляції силових трансформаторів.	
5	колоквіум	2
6	Заняття № 7. Похибки тепловізійного контролю електроустаткування та заходи, що сприяють їх зменшенню.	2
7	Заняття № 8. Застосування графічних методів обробки результатів хроматографічного аналізу газів, розчинених в маслі маслоснаповненого електроустаткування.	2
8	Заняття № 9. Застосування розрахункового методу оцінювання вологості твердої ізоляції маслоснаповненого електроустаткування.	2
9	Колоквіум	2
	Всього:	18

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
2	Підготовка до практичних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
3	Підготовка до МКР
4	Підготовка до екзамену

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- обов'язковою умовою допуску до екзамену є

- відпрацювання, оформлення протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені PCO дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у PCO за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та університетських олімпіадах, участь у наукових конференціях;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни; 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 обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: МКР, практичні роботи, лабораторні роботи.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання усіх лабораторних робіт.

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- в виконання та захист шести практичних робіт;
- виконання та захист чотирьох лабораторних робіт;
- виконання однієї контрольної роботи у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Практичні роботи	Лабораторні роботи	МКР	Рекз
30	20	10	40

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 балів * 4 = 20 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи $-(0,9..1)*5 = 5,0$ балів;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання $(0,89..0,75)*5 = 4,0$ бали;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,74..0,6)*5 = 3,0$ балів;

- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Виконання та захист практичних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 балів * 6 = 30 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи – $(0,9..1)*5 = 5,0$ балів;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,89..0,75)*5 = 4,0$ бали;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,74..0,6)*5 = 3,0$ балів;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з однієї частини. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань.

Ваговий бал МКР – 10 балів.

Максимальний бал за МКР – 1 * 10 = 10 балів.

Критерії оцінювання

- правильна та повна відповідь на теоретичне питання – $(0,9..1)*10=9...10$ балів;
- правильна але не повна відповідь на теоретичне питання – $(0,89..0,75)*10 = 7...8$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання – $(0,74..0,6)*10=5...6$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Із загального розрахунку максимальна сума балів, що може бути отримана студентом протягом семестру складає:

$$R_D = 20+30+10 = 60 \text{ балів}$$

За результати навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 30 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів.

За результати 13 тижнів навчальної роботи студент максимально може набрати 60 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

Необхідною умовою отримання допуску до екзамену є зарахування всіх практичних та лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 60% від 60 балів, тобто 36 балів.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох завдань.

Кожне завдання включає два теоретичних питання з різних розділів програми навчального курсу.

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену - 40 балів.

Рейтинг екзамену 38 – 40 балів – студент дав чіткі та вичерпні відповіді на теоретичні питання.

Рейтинг екзамену 34 – 37 балів – дав чіткі відповіді на теоретичні питання.

Рейтинг екзамену 30 – 33 балів – відповідаючи на теоретичні питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача.

Рейтинг екзамену 26 – 29 балів – при відповіді на теоретичні питання студент частково відповідає на екзаменаційні питання, знає визначення основних понять дисципліни, в цілому розуміє фізичних процесів.

Рейтинг екзамену 24 – 25 балів – показує знання основних понять і визначень дисципліни, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену 0 – у відповіді на теоретичні питання студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за семестр та екзамен.

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № _10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)