



Електротехнологічні установки, системи та комплекси

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G «Інженерія, виробництво та будівництво»</i>
Спеціальність	<i>G3 «Електрична інженерія»</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 4 кредитів ECTS / 120 годин аудиторних – 72 годин: лекції – 36 годин; практичні заняття – 36 годин; самостійна робота – 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, виконання практичних завдань</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 практичне заняття (4 години) 1 раз на 2 тижні.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua Практичні: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTUxODA2Njg1NTAw?cjc=cm4gdxb

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електротехнологічні установки, системи та комплекси» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю G3 «Електрична інженерія».

Метою дисципліни є формування і конкретизація знань з будови, функціонування та теоретичних розрахунків характеристик типових електротехнологічних установок з метою застосування отриманої інформації для вирішення професійних завдань в області технічної експлуатації таких установок і використання електротехнологій, а також формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

Компетентності:

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного,

електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K24. Здатність вирішувати задачі задоволення потреб виробництва в електроенергії різних видів та параметрів, а також для ефективного керування її розподіленням та підвищенням енергоефективності за допомогою пристроїв силової електроніки та перетворювальної техніки.

Предметом навчальної дисципліни є структурні складові різних типів електротехнологічних установок, теоретичні обґрунтування режимів у поєднанні з загальним системним описом їх призначення та функціонування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРО5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРО9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРО24. Знати і розуміти принципи роботи силової перетворювальної техніки для динамічного та статичного трансформування електричної енергії в електротехнологічних установках.

Дисципліна «Електротехнологічні установки та системи», яка відноситься до циклу професійної підготовки, є базою для дисциплін електротехнологічного комплексу освітньої програми, оскільки вона пов'язана з загальною структурою, призначенням та функціонуванням електротехнологічних установок та їх систем. Дисципліна належить до циклу професійної підготовки і вивчається студентами в 3 семестрі навчання за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси». Ця дисципліна сприяє формуванню у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно теоретичних основ функціонування електротехнологічних установок та систем. Зокрема,

Здатність:

– використовувати теоретичні знання й практичні навички для розрахунків режимів та проектування вузлів електротехнологічного устаткування;

– використовувати професійно профільовані знання й практичні навички в галузі механіки, фізики, термодинаміки, електрики, магнетизму, оптики для дослідження явищ та процесів, які виникають при дії сильних електричних та магнітних полів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

– базових понять про електрофізичні процеси, що мають місце при дії електрофізичних впливів на речовини і матеріали;

– головних законів та закономірностей, які характеризують фізичні явища під час дії електрофізичних впливів на матеріали;

– особливостей та головних напрямків використання електрофізичних процесів для розвитку електротехнологій;

уміння:

– проводити розрахунки характеристик дії електрофізичних впливів на речовину;

– розраховувати параметри процесів дії електрофізичних впливів на матеріали;

вибирати характеристики електрофізичних технологічних процесів та режими установок для реалізації головних видів електрофізичної технології;

навички:

- аналізу роботи вузлів високовольтних технологічних установок на базі використання дії електрофізичних впливів на речовину;*
- конструювання, методів розрахунку високовольтної частини та схем живлення електротехнологічних установок;*
- досвід аналізу існуючих можливостей, обмежень та невирішеності проблем електрофізичної технології.*

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «Електротехнологічні установки та системи» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Дисципліна «Електротехнологічні установки та системи» входить до циклу дисциплін професійної підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів вказаного напрямку.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін: «Вища математика», «Обчислювальна техніка та програмування», «Загальна фізика». Разом з тим, дисципліна «Електротехнологічні установки та системи» є базовою для вивчення наступних дисциплін за навчальним планом: «Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок», нормативної дисципліни з енергоефективності процесів в електротехнологічних комплексах та виконання дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Структура та основні складові технологічних систем.

Вступ. Предмет та мета викладання дисципліни. Основні поняття та визначення технології та електротехнології. Градація технологічних підприємств за рівнем автоматизації та комп'ютеризації виробництва.

Тема 2. Електротехнологічні установки та системи, класифікація електротехнологій.

Типова структурна схема електротехнологічного комплексу та її складові. Класифікація електротехнологій. Електростатична технологія, електророзрядна технологія, технологія перетворення електроенергії в теплову енергію, плазмова та інші види електротехнологій.

Тема 3. Визначення плазми та її основні властивості.

Низькотемпературна та високотемпературна плазма. Нерівноважна та рівноважна плазма. Критерії існування речовини в стані плазми. Електропровідність плазми. Іонізовані гази.

Тема 4. Електрон-іонні процеси в коронному розряді.

Структура областей коронного розряду. Дифузна та стримерна форми коронного розряду. Коронний розряд на постійній та змінній напрузі. Напруженість електричного поля на поверхні коронуючого проводу та її зміни у часі.

Тема 5. Процеси електричного зарядження частинок матеріалів.

Методи електризації частинок матеріалів. Осадження іонів на поверхню частинок матеріалів, визначення характерного часу зарядження частинок в коронному розряді.

Тема 6. Процеси, що пов'язані з переміщенням частинок в електричному полі.

Визначення сили опору при переміщенні частинок в газі. Число Рейнольдса. Сила опору для малих та великих значень числа Рейнольдса. Формула Клячко. Квазістаціонарне та квазіоднорідне наближення.

Тема 7. Процеси, що відбуваються в електрофільтрах.

Очищення викидів промислових підприємств. Однозонні, двохзонні та багатопольні електрофільтри. Основні вузли та системи електрофільтрів. Агрегати живлення електрофільтрів.

Тема 8. Процеси електрофарбування та нанесення порошкових покриттів.

Основні фактори, що впливають на якість електрофарбування та їх оптимальні значення, системи нанесення порошкових покриттів та їх використання в промисловому виробництві.

Тема 9. Електросепарація матеріалів.

Сепарація матеріалів за різними ознаками: електропровідністю, діелектричною проникністю, формою частинок. Барабанні та коронні сепаратори. Сепарація матеріалів в газових та рідинних середовищах.

Тема 10. Процеси електродрукування.

Властивість високоомного фотонапівпровідника, нанесеного тонким шаром на підкладку, змінювати свою електропровідність під дією світла. Електризація напівпровідника, як перша стадія електродрукування. Експонування шару фотонапівпровідника та створення прихованого електростатичного зображення. Проекція прихованого електростатичного зображення та перенесення його на папір. Сухе та рідинне проявлення. Закріплення порошкового зображення різними методами.

Тема 11. Процеси нейтралізації небезпечних зарядів статичної електрики.

Виникнення небезпечних зарядів статичної електрики. Статична електрика при перекачуванні нафти по трубах. Накопичення небезпечного заряду нафти у приймальному резервуарі. Види резервуарів та нейтралізаторів статичної електрики. Займання парів нафтопродуктів. Допустима продуктивність перекачування нафтопродуктів.

Тема 12. Вимірювання статичної електризації та способи захисту від розрядів, спричинених її дією.

Методи вимірювання параметрів, які характеризують статичну електроенергію: об'ємної та поверхневої густини зарядів, напруги та напруженості електричного поля. Способи нейтралізації небезпечної електризації.

Тема 13. Електротехнологічні процеси зневоднення нафтопродуктів.

Вимоги до вмісту води і солей в нафтопродуктах. Теоретичні основи зневоднення нафтопродуктів. Седиментація крапель води в нафтопродукті. Рух заряджених крапель в електричному полі в нафтопродукті. Зарядження крапель води в нафтопродукті.

Тема 14. Промислові електротехнологічні установки для знесолення і зневоднення нафтопродуктів.

Конструкції промислових технологічних установок для знесолення і зневоднення нафти і нафтопродуктів. Використання поверхнево активних речовин, антистатичні присадки. Застосування нейтралізаторів статичної електрики.

Тема 15. Плазмо-хімічні процеси та їх використання.

Основи плазмохімічних перетворень, поняття кінетики хімічних реакцій. Особливості плазмохімічних, фотохімічних та радіаційно-хімічних реакцій.

Тема 16. Процеси електросинтезу та промислові генератори озону.

Фізично-хімічні та біологічні властивості озону. Основні способи отримання озону. Електросинтез озону, озонатори та їхні характеристики. Вихід озону в залежності від напруги і частоти озонатора.

Тема 17. Області використання озонових технологій.

Технологічне застосування озону для очищення природних і стічних вод. Очищення газових викидів. Підготовка води і кормів для тваринництва. Озонотерапія і профілактика профзахворювань. Видобуток рідкісних металів та їх виділення з стічних вод.

Тема 18. Технології, засновані на використанні нерівноважної плазми газового електричного розряду.

Ефективність реактора з використанням нерівноважної плазми газового розряду. Схема стадій очищення топкових газів. Системи електродних пристроїв для створення плазми імпульсного газового розряду. Модифікація поверхні матеріалів в плазмі газового розряду.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Основна література

1. Отроверхов М. Я. Методи дослідження електротехнічних систем і комплексів: монографія / М. Я. Отроверхов, А. М. Сільвестров, К. Х. Зеленський. – Київ : ТАЛКОМ, 2019. – 300 с.
2. Електротехнологічні установки та системи: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша, Є.О. Троценко. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,07 Мбайт). – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020. – 133 с.
3. Електротехнологічні установки та системи: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, Є. О. Троценко. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 41 с.
4. Електротехнологічні установки та системи: Курсова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, Є. О. Троценко, В. О. Шостак. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,48 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 50 с.
 - а. Додаткова література
5. Техніка та електрофізика високих напруг. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійних програм «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні машини і апарати», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Шостак, О. Р. Проценко, В. Б. Абрамов, Я. О. Гаран. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 125 с.
6. Грудська, В. П. Електротехнічні пристрої систем автоматичного управління технологічними процесами [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів

галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / В. П. Грудська, В. І. Чибеліс ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,02 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 107 с.

7. Системи автоматичного керування технологічними комплексами [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Сільвестров А. М., Островерхов М. Я., Шефер О. В., Ладік Н. А., Зіменков Д. К. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 460 с.
8. Промислова екологія. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Структура та основні складові технологічних систем. Вступ. Предмет та мета викладання дисципліни. Основні поняття та визначення технології та електротехнології. Градація технологічних підприємств за рівнем автоматизації та комп'ютеризації виробництва. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція №1.
2	Електротехнологічні установки та системи, класифікація електротехнологій. Типова структурна схема електротехнологічного комплексу та її складові. Класифікація електротехнологій. Електростатична технологія, електророзрядна технологія, технологія перетворення електроенергії в теплову енергію, плазмова та інші види електротехнологій. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 2.
3	Визначення плазми та її основні властивості. Низькотемпературна та виськотемпературна плазма. Нерівноважна та рівноважна плазма. Критерії існування речовини в стані плазми. Електропровідність плазми. Іонізовані гази. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 3.
4	Електрон-іонні процеси в коронному розряді. Структура областей коронного розряду. Дифузна та стримерна форми коронного розряду. Коронний розряд на постійній та змінній напрузі. Напруженість електричного поля на поверхні коронуючого проводу та її зміни у часі.

	<i>Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 4.</i>
5	Процеси електричного зарядження частинок матеріалів. <i>Методи електризації частинок матеріалів. Осадження іонів на поверхню частинок матеріалів, визначення характерного часу зарядження частинок в коронному розряді. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 5.</i>
6	Процеси, що пов'язані з переміщенням частинок в електричному полі. <i>Визначення сили опору при переміщенні частинок в газі. Число Рейнольдса. Сила опору для малих та великих значень числа Рейнольдса. Формула Клячко. Квазістаціонарне та квазіоднорідне наближення. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 6.</i>
7	Процеси, що відбуваються в електрофільтрах. <i>Очищення викидів промислових підприємств. Однозонні, двохзонні та багатопольні електрофільтри. Основні вузли та системи електрофільтрів. Агрегати живлення електрофільтрів. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 7.</i>
8	Процеси електрофарбування та нанесення порошкових покриттів. <i>Основні фактори, що впливають на якість електрофарбування та їх оптимальні значення, системи нанесення порошкових покриттів та їх використання в промисловому виробництві. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 8.</i>
9	Електросепарація матеріалів. <i>Сепарація матеріалів за різними ознаками: електропровідністю, діелектричною проникністю, формою частинок. Барабанні та коронні сепаратори. Сепарація матеріалів в газових та рідинних середовищах. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 9.</i>
10	Процеси електродрукування. <i>Властивість високоомного фотонапівпровідника, нанесеного тонким шаром на підкладку, змінювати свою електропровідність під дією світла. Електризація напівпровідника, як перша стадія електродрукування. Експонування шару фотонапівпровідника та створення прихованого електростатичного зображення. Проекція прихованого електростатичного зображення та перенесення його на папір. Сухе та рідинне проявлення. Закріплення порошкового зображення різними методами. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 10.</i>
11	Процеси нейтралізації небезпечних зарядів статичної електрики. <i>Виникнення небезпечних зарядів статичної електрики. Статична електрика при перекачуванні нафти по трубах. Накопичення небезпечного заряду нафти у приймальному резервуарі. Види резервуарів та нейтралізаторів статичної електрики. Займання парів нафтопродуктів. Допустима продуктивність перекачування нафтопродуктів. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 11.</i>
12	Вимірювання статичної електризації та способи захисту від розрядів, спричинених її дією. <i>Методи вимірювання параметрів, які характеризують статичну електроенергію: об'ємної та поверхневої густини зарядів, напруги та напруженості електричного поля. Способи нейтралізації небезпечної електризації. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 12.</i>
13	Електротехнологічні процеси зневоднення нафтопродуктів. <i>Вимоги до вмісту води і солей в нафтопродуктах. Теоретичні основи зневоднення нафтопродуктів. Седиментація крапель води в нафтопродукті. Рух заряджених крапель</i>

	<i>в електричному полі в нафтопродукті. Зарядження крапель води в нафтопродукті. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 13.</i>
14	Промислові електротехнологічні установки для знесолення і зневоднення нафтопродуктів. <i>Конструкції промислових технологічних установок для знесолення і зневоднення нафти і нафтопродуктів. Використання поверхнево активних речовин, антистатичні присадки. Застосування нейтралізаторів статичної електрики. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 14.</i>
15	Плазмо-хімічні процеси та їх використання. <i>Основи плазмохімічних перетворень, поняття кінетики хімічних реакцій. Особливості плазмохімічних, фотохімічних та радіаційно-хімічних реакцій. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 15.</i>
16	Процеси електросинтезу та промислові генератори озону. <i>Фізично-хімічні та біологічні властивості озону. Основні способи отримання озону. Електросинтез озону, озонатори та їхні характеристики. Вихід озону в залежності від напруги і частоти озонатора. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 16.</i>
17	Області використання озонових технологій. <i>Технологічне застосування озону для очищення природних і стічних вод. Очищення газових викидів. Підготовка води і кормів для тваринництва. Озонотерапія і профілактика профзахворювань. Видобуток рідкісних металів та їх виділення з стічних вод. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 17.</i>
18	Технології, засновані на використанні нерівноважної плазми газового електричного розряду. <i>Ефективність реактора з використанням нерівноважної плазми газового розряду. Схема стадій очищення топкових газів. Системи електродних пристроїв для створення плазми імпульсного газового розряду. Модифікація поверхні матеріалів в плазмі газового розряду. Дистанційних курс «Електротехнологічні установки та системи», лекція № 18.</i>

Практичні заняття

№ п/п	Назва теми заняття	Кількість ауд.год
1	Рухливістьелектронів в плазмігелій–неонового лазера	4
2	Характеристики коронного розряду	4
3	Ступінь очищення газу в електрофільтрі.	4
4	Розділення в електричному полі частинок малих розмірів (число Рейнольдса < 0,5) в коронному камерному сепараторі	4
5	Розділення в електричному полі частинок середніх розмірів (число Рейнольдса 0,5 < Re < 1000) в коронному камерному сепараторі	4
6	Розрахунок параметрів магнітної лінзи для фокусування електронного променя в електронно–променевоїтехнологічній установці.	4
6	Густина потужності та діаметр пучка електронного променя електронно–променевої технологічної установки при відносних змінах його струму та напруги прискорення.	4
8	Розрахунок параметрів катодуелектронно–променевоїгармати.	4
9	Реактивний опір магнітного розсіяння роздільного трансформатора системи електроживлення електронно–променевоїтехнологічноїустановки	4

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Годин
1	Підготовка до лекційних та практичних занять шляхом самостійного опрацювання частини лекційного матеріалу у відповідності до тематики лекційних занять та рекомендованої для самостійної роботи студента літератури	8
2	Підготовка до МКР	10
3	Підготовка до екзамену	30

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;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачених РСО 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;
- **обов'язковою умовою допуску до екзамену** є відпрацювання всіх практичних занять;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за результатами участі у кафедральних, факультетських, інститутських та всеукраїнських науково-дослідних роботах з тематики дисципліни;
- політика дедлайнів та перескладань:
 - Якщо студент(-ка) не проходив(-ла) або не з'явився(-лася) на МКР, його (її) результат оцінюється у 0 балів. У такому разі є можливість написати МКР, але максимальний бал за неї буде становити 75% від максимального;
 - перескладання МКР не передбачено;
- 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 кредитного модуля «Електротехнологічні установки та системи». МКР, які не відповідають вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі МКР може бути перероблена із зміною варіанту завдання. Максимальний бал буде знижено на 25%.
- 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: практичні заняття, МКР

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

Умови успішного проходження календарного контролю: не менше 50% балів за виконання навчального плану дисципліни на дату контролю, що передбачає виконання практичних завдань, МКР.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх практичних завдань.

УВАГА! Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не виконали практичні завдання, не допускаються до основної сесії та готуються до перескладання під час додаткової сесії

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

- виконання розрахунків за 9 практичними заняттями;
- виконання модульної контрольної роботи.

№, з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кількість	Всього
2	Практичні заняття	4	9	36
3	МКР (ч.1, ч.2)	5	2	10
4	Екзамен	54	1	54
РАЗОМ				100

Виконання практичних завдань

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів за всі практичні завдання – 4 бали * 9 = 36 балів.

Мінімальна кількість балів за практичні завдання – 4 бали * 9 * 60% = 21,6 балів.

Критерії оцінювання

- відмінна підготовка до практичних завдань (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні розрахунків, правильна та охайна обробка результатів розрахунків, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи – $(0,95...1) * 4$ балів;
- дуже добра підготовка до практичних завдань (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), пасивна участь у виконанні розрахунків, правильна обробка результатів розрахунків, відповіді на контрольні питання за темою роботи без суттєвих помилок – $(0,85...0,94) * 4$ балів;
- добра підготовка до практичних завдань, активна участь у виконанні розрахунків, несуттєві помилки при обробці результатів розрахунків, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,75...0,84) * 4$ балів;
- задовільна підготовка до практичних завдань, пасивна участь у виконанні розрахунків, наявні помилки при обробці результатів розрахунків, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,65...0,74) * 4$ балів;

- недостатня підготовка до практичних завдань, пасивна участь у виконанні розрахунків, значні помилки при обробці результатів розрахунків, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,6 \cdot 0,64) \cdot 4$ балів;
- неготовність до практичних завдань, пасивна участь у виконання розрахунків, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 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.

Виконання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота з дисципліни передбачає письмові відповіді студента на два теоретичних питання. Кожне теоретичне питання оцінюється у максимум 5 балів.

Максимальна оцінка за успішне виконання модульної контрольної роботи складає $5 \cdot 2 = 10$ балів.

Мінімальна оцінка за успішне виконання модульної контрольної роботи складає $5 \cdot 2 \cdot 60\% = 6$ балів.

Критерії оцінювання кожного теоретичного питання

- відмінне виконання одного питання модульної контрольної роботи (95 – 100% інформації відповіді) – $(0,95 \dots 1) \cdot 5$ балів;
- дуже добре виконання одного питання модульної контрольної роботи (85 – 94% інформації відповіді) – $(0,85 \dots 0,94) \cdot 5$ балів;
- добре виконання одного питання модульної контрольної роботи (75 – 84% інформації відповіді) – $(0,75 \dots 0,84) \cdot 5$ балів;
- задовільне виконання одного питання модульної контрольної роботи (65 – 74% інформації відповіді) – $(0,65 \cdot 0,74) \cdot 5$ балів;
- достатнє виконання одного питання модульної контрольної роботи (60 – 64% інформації відповіді) – $(0,6 \cdot 0,64) \cdot 5$ балів;
- незадовільне виконання одного питання модульної контрольної роботи – 0 балів.

Форма семестрового контролю – екзамен

– На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля. Екзаменаційні питання завдання визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному у Додатку 1 до силабусу.

– **Екзаменаційне завдання** містить 3 теоретичних екзаменаційних питання з максимальною оцінкою за кожне питання – 18 балів. Максимальна кількість балів за виконання екзаменаційного завдання складає – $3 \cdot 18 = 54$ бали.

- Критерії оцінювання **кожного** екзаменаційного питання:
- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 17–18 балів;
- «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 15–16 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13–14 балів;
- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 12 балів;

- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 11 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає суму балів, отриманих за виконання всіх завдань стартового рейтингу, передбачених PCO, та за 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)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як Додаток 1 до силабусу)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: старший викладач кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, Гаран Ярослав Олександрович **Ухвалено** кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 14 від 24.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФЕА (протокол № 10 від 24.06.2026 р.)

Додаток 1

ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ з кредитного модуля «Електротехнологічні установки та системи»

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
спеціальності	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – 141
освітня програма	Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси
форма навчання	денна

Перелік екзаменаційних питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Два визначення технології.
2. Складові типового виробництва продукції.
3. Матеріальна сфера виробництва.
4. Виробничий та технологічні процеси.
5. Інформаційне забезпечення виробництва.
6. Часткова, комплексна та повна автоматизація виробництва.
7. Автоматизована система управління технологічним процесом.

8. *Визначення електротехнології.*
9. *Структура електротехнологічного комплексу.*
10. *Електротехнологічна установка, електротехнологічна система.*
11. *Сфера застосування електростатичної технології.*
12. *Елетророзрядна та плазмова технології.*
13. *Технології перетворення електроенергії в теплову енергію та в енергію світла.*
14. *Лазерна та променева технології.*
15. *Електрогідравлічна та магнітно-імпульсна технології.*
16. *Поняття плазми. Ступінь іонізації. Частково та повністю іонізована плазма.*
17. *Рівноважна та нерівноважна плазма, приклади.*
18. *Дебаєвський радіус екранування.*
19. *Вплив електричного поля на стан плазми.*
20. *Електропровідність та рухливість електронів.*
21. *Частота зіткнень електронів в плазмі.*
22. *Розрахунок рухливості електронів.*
23. *Коронний розряд та його форми.*
24. *Система рівнянь уніполярного коронного розряду.*
25. *Характеристики коронного розряду між коаксіальними циліндрами.*
26. *Вольт-амперна характеристика коронного розряду.*
27. *Початкові та пробивні напруги проміжків при коронному розряді.*
28. *Процеси електричного зарядження частинок, типова структура електростатичної технологічної установки.*
29. *«Ударне» іонне зарядження частинок.*
30. *Дифузійне іонне зарядження частинок.*
31. *Зарядження частинок при контакті з електродом.*
32. *Статична електризація. Правило Коена.*
33. *Рух частинок в електричному полі, визначення діючих сил.*
34. *Число Рейнольдса. Сили опору руху сферичної частинки при різних числах Рейнольдса.*

35. Число Стокса, безінерційне наближення.
36. Залежність рухливості сфероподібних частинок від радіусу.
37. Функціональна схема електрофільтру та його переваги.
38. Ступінь очищення газу в електрофільтрі.
39. Вплив концентрації дисперсної фази на характеристики коронного розряду і процес очищення газу електрофільтром.
40. Виникнення зворотної корони в електрофільтрах та способи послаблення її дії.
41. Типи та конструкції електрофільтрів.
42. Процес зарядження і розпилення фарби.
43. Фактори впливу на якість електрофарбування.
44. Переваги порошкових покриттів.
45. Пристрої для нанесення порошкових полімерних покриттів в електричному полі.
46. Розпилювачі порошків з внутрішнім та зовнішнім зарядженням.
47. Виникнення зворотної корони в осадженому шарі порошку та способи послаблення її дії.
48. Класифікація електросепараторів.
49. Барабанний електростатичний сепаратор.
50. Барабанний коронний сепаратор.
51. Барабанний коронно-електростатичний сепаратор.
52. Лотковий похилий електростатичний сепаратор.
53. Барабанний трибоелектростатичний сепаратор.
54. Камерний електростатичний сепаратор вільного падіння.
55. Сепаратор з «киплячим» шаром.
56. Піроелектричний сепаратор.
57. Діелектрична сепарація.
58. Стадії електрофотографічного процесу.
59. Різновиди сухого проявлення прихованого електростатичного зображення.
60. Електрокраплеструменевий друк.
61. Небезпечні прояви статичної електризації.
62. Наростання густини заряду в нафті при її проходженні по технологічному тракту.
63. Сумарний об'ємний заряд нафти в приймальному резервуарі.
64. Два методи зменшення заряду нафти в приймальному резервуарі.
65. Займання парів речовин.
66. Групи палив по рівню займистості.
67. Вимірювання струмів електризації.
68. Вимірювання параметрів електричних зарядів і напруженості поля.
69. Способи захисту від розрядів статичної електрики.
70. Застосування нейтралізаторів статичної електрики.
71. Вимоги до вмісту води і солей в нафтопродуктах.
72. Седиментація крапель води в нафтопродукті.
73. Рух заряджених крапель в електричному полі в нафтопродукті.
74. Процеси укрупнення крапель води.
75. Зарядження крапель води в нафтопродукті.
76. Схема зневоднення та знесолення нафтопродуктів. Електродегідратори.
77. Глибоке та надглибоке зневоднення нафтопродуктів.
78. Зневоднення високообводнених нафт і аномально стійких емульсій.
79. Поняття кінетики плазмохімічних реакцій.
80. Особливості плазмохімічних реакцій.

81. *Фізико-хімічні та біологічні властивості озону.*
82. *Процеси електросинтезу озону.*
83. *Промислові генератори озону.*
84. *Основні області технологічного застосування озону.*
85. *Обробка води з використанням озону.*
86. *Технології конверсії газів в плазмі газового розряду.*
87. *Схема стадій очищення топкових газів.*
88. *Технологічна схема очищення топкових газів.*
89. *Особливості імпульсного коронного розряду для обробки топкових газів.*
90. *Схема модифікації поверхні матеріалів в плазмі газового розряду.*
91. *Залежність фізико-хімічних змін та технологічних ефектів при обробці матеріалів в плазмі газового розряду.*
92. *Травлення поверхні матеріалів в плазмі газового розряду.*

Перелік екзаменаційних питань склав: Ярослав ГАРАН