



# ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ECTS 120 годин (лекцій – 54, лабораторних занять – 18, самостійна робота - 48)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР/тестування з л.р.</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1,5 рази на тиждень; лабораторні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент Остапчук Олександр Володимирович, O.Ostapchuk@kpi.ua Лабораторні: Коваль Ярослав Сергійович, Yaroslavkoval24@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1336">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1336</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Програма навчальної дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».*

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів наступних компетентностей:

*K07. Здатність працювати в команді.*

*K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.*

*K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.*

*K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.*

**Програмні результати навчання:**

*ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.*

ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: Електричні мережі та системи. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими для вивчення дисциплін: Релейний захист та автоматизація енергосистем.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **4 розділи**, а саме:

1. **Вступ. Основні відомості про електроустановки**, до якого ввійшли загальні відомості про етапи розвитку електроенергетики України, структурна схема електроенергетичної системи (ЕЕС), основні визначення дисципліни. Визначення понять втрати потужності і електроенергії, шляхи їх зменшення. Векторна діаграма напруги лінії електропередачі. спадання і втрати напруги. Показники якості електроенергії, графіки навантаження електроустановок, їх типи і призначення. Шляхи забезпечення балансу потужності в ЕЕС. Електрична частина електростанцій (вимоги до неї та її складові частини), умовні позначення елементів. Режим роботи нейтралей електроустановок, їх порівняльна характеристика.

2. **Основне та допоміжне електрообладнання електростанцій**, до якого ввійшли питання щодо типів, параметрів, характеристик і особливості конструкції синхронних генераторів (СГ), їх систем охолодження та збудження. Особливості конструкції силових трансформаторів та автотрансформаторів їх типи, основні параметри, схеми та групи з'єднань обмоток, виконання систем охолодження. Навантажувальна здатність силових трансформаторів. Основні характеристики допоміжного обладнання електричних станцій та підстанцій.

3. **Струми короткого замикання та вибір електроапаратів**, до якого ввійшли питання визначення перехідного процесу при трифазному КЗ у колі з джерелом необмеженої та обмеженої потужності. Практичні методи та алгоритм розрахунку трифазного струму КЗ. Визначення періодичної складової струму КЗ у заданий момент часу. Електродинамічна та термічна дія струму КЗ. Визначення електродинамічної та термічної стійкості електроапаратів. Методи і засоби обмеження струмів КЗ. Особливості вибору та конструкції електричних апаратів напругою до та вище 1 кВ.

4. **Первинні та вторинні кола на електростанціях**, до якого ввійшли питання визначення вимог до схем електричних з'єднань електростанцій. Схеми розподільчих установок (РУ) область їх застосування та порівняння на різних видах ЕС. Особливості вибору трансформаторів зв'язку на одно- та двотрансформаторних підстанціях. Схеми вузлових, прохідних, відгалужувальних та тупикових підстанцій. Особливості облаштування власних потреб на ЕС. Характеристика та режими роботи акумуляторних батарей.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси:

1. *Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко – КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Електронні текстові дані (1 файл: 4,62 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48629>*

2. *Бардик, Є.І. Електрична частина станцій та підстанцій. Основне електрообладнання/ Є.І. Бардик, М.П. Лукаш /К.: "Політехніка" НТУУ "КПІ" 2012. 250 с.*

3. *Костишин, В.С. Електрична частина станцій та підстанцій : навч. посіб. /В.С. Костишин, М.Й. Федорів, Я.В. Бацала. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - 243 с.*

4. *Гаряжа В.М. Конспект лекцій з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій» (частина 1) /В.М. Гаряжа, А.О. Карюк; Харків. нац. ун-т міськ. госпва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 149 с*

5. *Козлов В.Д. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів: підручник /В.Д. Козлов, В.П. Захарченко, О. М. Тачиніна; за заг. ред. В. Д. Козлова.– К. : НАУ, 2018. – 312 с*

6. *Дистанцій курс «Електрична частина станцій та підстанцій», режим доступу <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1336>*

#### Додаткові:

1. *Електрична частина станцій та підстанцій: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /уклад.: Ю.П. Матеєнко, П.Л. Денисюк, Г.М. Гаєвська, Р.В. Вожаков – КПІ ім. Ігоря Сікорського; Електронні текстові дані (1 файл: 4,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 179 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48628>*

2. *MCDONALD, John D. Electric power substations engineering. CRC press, 2016.*

3. *NAG, P. K. Power plant engineering. Tata McGraw-Hill Education, 2002.*

4. *DRBAL, Larry; WESTRA, Kayla; BOSTON, Pat (ed.). Power plant engineering. Springer Science & Business Media, 2012.*

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Мета і задачі кредитного модуля “Електрична частина станцій та підстанцій” і його місце серед дисциплін спеціальності. Загальні відомості про етапи розвитку електроенергетики України. літературні джерела: конспект лекцій (КЛ) , Л1, с. 5-14. ЛЗ, с. 13-16, с. 82-84.
2	Спрощена схема енергосистеми, основні визначення. Втрати потужності і електроенергії. літературні джерела: конспект лекцій (КЛ) , Л1, с. 5-14. ЛЗ, с. 13-16, с. 82-84.
3	Векторна діаграма напруги лінії електропередачі. Спад і втрата напруги. Показники якості електроенергії. літературні джерела: КЛ; Л1, с. 39-46; ЛЗ, с. 33-41, 74-76.
4	Показники якості електроенергії. літературні джерела: КЛ; Л1, с. 44-46; ЛЗ, 74-76.
5	Графіки електричних навантажень. Шляхи забезпечення балансу потужності в ЕЕС. Електрична частина електростанцій (вимоги до неї та її складові частини). Умовні позначення. літературні джерела: КЛ; ЛЗ, с. 16,17; с. 92-97.

6	Режими нейтралі: позначення, класифікація характеристика. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 27-38; ЛЗ, с. 53-59.
7	Типи, параметри, характеристики і особливості конструкцій синхронних генераторів (СГ). літературні джерела: КЛ, Л1, с. 51-60; ЛЗ, с. 93-98, Л1, с. 62-64; ЛЗ, с. 100-103
8	Системи, що забезпечують роботу СГ. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 60-62; ЛЗ, с. 93-98, Л1, с. 65; ЛЗ, с. 103-104
9	Силові трансформатори: особливості конструкції і основні параметри. Схеми та групи з'єднань обмоток. Системи охолодження силових трансформаторів. Паралельна робота літературні джерела: КЛ, Л1, с. 75-92; ЛЗ, с.132-135.
10	Автотрансформатори, особливості конструкцій і режими роботи. Номінальна, прохідна і типова потужність. Коефіцієнт типової потужності. Література: КЛ, Л1, с. 92-98; ЛЗ, с. 136-139.
11	Види короткого замикання (КЗ). Перехідний процес при трифазному КЗ у колі з джерелом необмеженої та обмеженої потужності. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 121-134; Л2, с. 101-105
12	Практичні методи розрахунку трифазного струму КЗ. Алгоритм розрахунку трифазного струму КЗ. Визначення початкового значення періодичного струму КЗ, а також значень аперіодичного та ударного струмів КЗ. МКР-1. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 121-154; Л2, с. 101-111; ЛЗ, с. 144-157.
13	Визначення періодичної складової струму КЗ у заданий момент часу. Метод типових кривих, приклад. Електродинамічна дія струму КЗ Визначення електродинамічної стійкості електроапаратів. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 151-154, Л2, с. 112-115, Л1, с. 182-193; ЛЗ, с. 258-260, с. 269-275.
14	Термічна дія струму КЗ Визначення термічної стійкості електроапаратів. Тепловий імпульс квадратичного струму і його застосування для перевірки термічної стійкості. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 151-154, Л2, с. 112-115, Л1, с. 182-193; ЛЗ, с. 258-260, с. 269-275.
15	Методи і засоби обмеження струмів КЗ. Секціонування збірних шин, струмообмежувальні реактори (одинарні та здвоєні), трансформатори з розщепленням обмоток низької напруги. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 193-202; ЛЗ, с. 247-252.
16	Електричні апарати до 1 кВ: рубильники, перемикачі, автоматичні вимикачі, контактори, магнітні пускачі, плавкі запобіжники. Плавкі запобіжники більше 1кВ. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 348-361; ЛЗ, с. 252-258, с. 275-286.
17	Високовольтні вимикачі навантаження і потужності, роз'єднувачі, відокремлювачі, короткозамикачі. Вимірювальні трансформатори струму та напруги; призначення, типи, конструкції, класи точності. Розрядники та їх характеристики. Захист електрообладнання від перенапруги. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 348-361; ЛЗ, с. 252-258, с. 275-286.
18	Вимоги до схем електричних з'єднань електростанцій. Структурна схема видачі потужності. Схеми розподільчих установок (РУ) генераторної напруги з однією та двома системами збірних шин. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 380-388, 402-408; Л2, с. 52-60.
19	Спрощені схеми РУ, схеми містків. Схеми кілець (багатокутників). літературні джерела: КЛ, Л1, с. 380-388, 402-408; Л2, с. 52-60.
20	Схеми з обхідною системою шин (з однією робочою системою шин та двома). Схема з двома системами робочих шин без обхідної (фіксоване підключення приєднань). літературні джерела: КЛ, Л1, с. 413-417; ЛЗ, с. 313-317.с. 408-413; ЛЗ, с. 311-313.

21	Схеми з комутацією приєднань через два вимикача (схеми 3/2 та 4/3). Области застосування різних схем та їх порівняння. Схеми підключення генераторів за блочним принципом. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 417-420; Л3, с. 320-323, с. 420-426; Л3, с. 317-320.
22	Головні схеми ТЕЦ. Схема ТЕЦ зі збірними шинами генераторної напруги. Схема блочної ТЕЦ. Вибір трансформаторів зв'язку. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 437-443; Л3, с. 331-337.
23	Класифікація підстанцій. Схеми вузлових, прохідних, відгалуджувальних та тупикових підстанцій. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 437-443; Л3, с. 331-337.
24	Класифікація споживачів ВП за цеховим принципом. Загальна характеристика електроприводу механізмів ВП. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 568-579; Л2, с. 186-203; Л3 с. 411-430.
25	Джерела живлення ВП. Самозапуск електроприводу ВП і його роль у підвищенні надійності роботи електростанцій. літературні джерела: КЛ, Л1, с. 568-579; Л2, с. 186-203; Л3 с. 411-430.
26	Підсистеми вимірювання, контролю та сигналізації. Вимоги до схем дистанційного керування комутаційними апаратами. літературні джерела: КЛ, Л3, с. 442-450, с. 459-466, с. 472-476, с. 484-490.
27	Спрощені схеми дистанційного керування вимикачами з електромагнітним приводом. Призначення релейного захисту. літературні джерела: КЛ, Л3, с. 442-450, с. 459-466, с. 472-476, с. 484-490.

#### Лабораторні заняття

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	<b>Лабораторна робота №1 Дослідження електричної дуги</b> Мета роботи – Вивчення фізичних процесів, що мають місце при горінні і гасінні електричної дуги в колі постійного та змінного струму. Особливості гасіння дуги в апаратах напругою вище 1000 В. Література: дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №1 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-1">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-1</a>
2	<b>Лабораторна робота №2 Апарати на напругу до 1000 В</b> Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії комутаційних апаратів напругою до 1 кВ. Література: дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №2 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-2</a>
3	<b>Лабораторна робота №3 Масляні вимикачі</b> Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії масляних високовольтних вимикачів та приводів до них. Література: дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №3 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-3</a>
4	<b>Лабораторна робота №4 Повітряні та електромагнітні вимикачі</b> Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії повітряних та електромагнітних високовольтних вимикачів та приводів до них. Література: дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №4 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-4</a>
5	<b>Лабораторна робота №5 Елегазові та вакуумні вимикачі</b>

	<p><i>Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії вакуумних та елегазових високовольтних вимикачів та приводів до них.</i></p> <p><i>Література:</i>  <i>дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №5 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-5">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-5</a></i></p>
6	<p><b>Лабораторна робота №6 Вимикачі навантаження, роз'єднувачі, відокремлювачі, короткозамикачі</b></p> <p><i>Мета роботи – Вивчити конструкцію та призначення вимикачів навантаження, роз'єднувачів, відокремлювачів та короткозамикачів</i></p> <p><i>Література:</i>  <i>дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №6 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-6">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-6</a></i></p>
7	<p><b>Лабораторна робота №7 Приводи високовольтних вимикачів та схеми керування</b></p> <p><i>Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії приводів високовольтних вимикачів та їх схем керування.</i></p> <p><i>Література:</i>  <i>дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №7 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-7">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-7</a></i></p>
8	<p><b>Лабораторна робота №8 Вимірjувальні трансформатори</b></p> <p><i>Мета роботи – Вивчити призначення, конструкцію і принцип дії вимірjувальних трансформаторів струму та напруги.</i></p> <p><i>Література:</i>  <i>дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №8 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-8">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-8</a></i></p>
9	<p><b>Лабораторна робота №9 Комплектні розподільчі установки (КРУ)</b></p> <p><i>Мета роботи – Вивчити конструкцію та область застосування комплектних розподільних установок (КРУ).</i></p> <p><i>Література:</i>  <i>дистанційний курс «Електрична частина станцій та підстанцій» лабораторна робота №9 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-9">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4426#section-9</a></i></p>

## 6. Самостійна робота студента

№з /п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних занять	18
2	Підготовка до екзамену	30
	<i>Всього</i>	48

### Модульна контрольна робота

Згідно РСО за період навчання заплановані 1 модульна контрольна робота відповідно до розділів: основні відомості про енергосистеми та станції; основне електрообладнання електростанцій; струми короткого замикання та вибір електроапаратів. Модульна контрольна робота містить 14 питань, виконується у середовищі Moodle.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правилом відвідування занять не передбачено оцінка присутності або відсутності здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нарахування заохочувальних або

штрафних балів. Відпрацювання та захист лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;

- студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності, передбачені PCO дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті та 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. В умовах дистанційного навчання захист лабораторних робіт здійснюється складанням тесту за змістом ЛР;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховуються за виконання додаткових завдань та самостійного вивчення додаткових розділів.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів 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 дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій»;
- 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:** виконання МКР, виконання та захист лабораторних робіт.

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

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий стартовий рейтинг ( $R_S$ ) більше 20 балів.

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 отримано $R_L$ $R_S = R_L + R_M < 25$ балів	Не допущено

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

- виконання та захист лабораторних робіт ( $R_L$ );
- виконання модульної контрольної роботи (МКР) ( $R_M$ );
- відповідей на екзамені ( $R_E$ ).

Лабораторні роботи ( $R_L$ )	МКР ( $R_M$ )	Екзамен ( $R_E$ )
36	14	50

### **Лабораторні роботи**

**Ваговий бал.** Усі лабораторні роботи мають ваговий бал 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає  $4 \cdot 9 = 36$  балів.

На лабораторних роботах студенти вивчають параметри та характеристики певного високовольтного електрообладнання за заздалегідь визначеним графіком. Для допуску до поточної лабораторної роботи студент повинен мати протокол, який оформлений відповідно до вказівок лабораторного практикуму. Рівень засвоєння лабораторних робіт оцінюється за допомогою он-лайн тесту на платформі курсу, що складається з 10 питань та оцінюються в 0,4 бали кожне.

**УВАГА!** Захист усіх лабораторних робіт є умовою допуску до складання екзамену. Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної здачі та готуються до перескладання.

**УВАГА!** Для допуску до перескладання екзамену треба у визначений викладачем термін здати усі заборгованості за лабораторними роботами.

### **Модульна контрольна робота**

Ваговий бал – 14. За період навчання запланована 1 модульна контрольна робота відповідно до розділів: Основні відомості про енергосистеми та станції; Основне електрообладнання електростанцій і Струми короткого замикання та вибір електроапаратів. Модульна контрольна робота містить 14 питань, кожне запитання (завдання) оцінюється у 1 бал. Ваговий бал МКР – 14 балів.

### **Критерії оцінювання МКР**

Кожне питання тесту сформоване з використанням матеріалу лекційних занять та містить чотири варіанти відповіді. Вірною відповіддю є тільки один варіант. Тестування відбувається протягом 30 хвилин, перескладання МКР не заплановані.

### **Календарний контроль**

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 10 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації).

Максимальний рейтинг за семестр, визначається з виразом:

$$R_S = R_L + R_M = 36 + 14 = 50 \text{ балів}$$

### **Додаткові бали**

Рейтинговою системою оцінювання передбачені бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 5 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть отримані за виконання додаткових завдань та лекцій.

### **Додаткові завдання та лекції**

Додаткові лекції – це теми на самостійне опрацювання, які забезпечать здобувачам посилення теоретичних знань з дисципліни. Ваговий бал – 0,5. Максимальна кількість балів за опрацювання додаткових лекцій –  $0,5 \text{ балів} \cdot 10 \text{ лекцій} = 5 \text{ балів}$ . Бали здобувачі отримують за завантаження у систему Moodle конспекту опрацьованої лекції

### **Форма семестрового контролю – екзамен**

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт і семестровий рейтинг не менше 20 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу у вигляді дворівневого тесту.



Простий тест, що містить 15 питань, по 2 бали кожен (максимальний бал  $15 \cdot 2 = 30$  балів). Складання простого тесту направлено на перевірку набутих у результаті вивчення освітньої компоненти знань студентів у вигляді тестування за лекційним матеріалом семестру. Кожне теоретичне тестове завдання білета оцінюється 1 балом, а практичне завдання – 5 балами, виходячи з наступних критеріїв:

0 – вибір варіанта відповіді помилковий або обрано більш одного варіанта відповіді;

2 – обраний правильний варіант відповіді.

Складний тест, що містить 4 практичних питання (задачі) по 5 балів кожна (максимальний бал  $5 \cdot 4 = 20$  балів). Варіанти відповідей наведені в кінці завдання.

**Критерії нарахування балів за практичне розрахункове завдання (задачу):**

0 – задача не вирішувалася, або були використані формули з грубими помилками, або як такі, що не мають відношення щодо суті задачі;

1 – задача вирішувалася, але в підсумку відповіді не має і в розв'язку наведені тільки загальні формули та міркування або допущені грубі помилки у використанні формул;

2 – задача вирішувалася, вказана вірна відповідь, але приведені тільки самі загальні формули та міркування;

3 – задача вирішена в загальному вигляді, вказана вірна відповідь, проте містить грубі помилки у розрахунках;

4 – задача вирішена в основному правильно, але без відповідних пояснень, або допущена незначна помилка (неточність);

5 – задача вирішена правильно з відповідними поясненнями.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

$$R = R_S + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або ДКР	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Загальні відомості про електроенергетичну систему
2. Показники якості електричної енергії
3. Графіки електричних навантажень
4. Оперативне забезпечення балансу генерації і споживання електроенергії у ЕЕС
5. Загальна характеристика електричної частини електричної станції
6. Синхронні генератори. Загальні відомості
7. Системи охолодження синхронних генераторів
8. Системи збудження синхронних генераторів
9. Паралельна робота генераторів
10. Силові трансформатори та автотрансформатори. Загальні відомості
11. Паралельна робота і групи з'єднань трансформаторів
12. Охолодження трансформаторів
13. Автотрансформатори
14. Процеси вимикання електричних кіл змінного струму
15. Вольт-амперна характеристика дуги
16. Вимикачі змінного струму високої напруги

17. Роз'єднувачі, віддільники й короткозамикачі
18. Вимикачі навантаження
19. Апарати напругою до 1000 В
20. Струмообмежуючі реактори
21. Вимірвальні апарати
22. Провідники і ізолятори
23. Короткі замикання в електроустановках. Загальні відомості
24. Трифазне КЗ у колі з джерелом обмеженої та необмеженої потужності
25. Розрахунок струму короткого замикання.
26. Призначення та порядок виконання розрахунків
27. Розрахункова та заступна схеми
28. Приведення опорів елементів схеми до базисних умов
29. Перетворення заступної схеми до найпростішого вигляду
30. Визначення початкового значення періодичної складової СКЗ
31. Розрахунок періодичної складової СКЗ в довільний момент часу
32. Метод типових кривих
33. Розрахунок аперіодичної складової та ударного струму КЗ
34. Особливості розрахунку струмів короткого замикання в системі власних потреб електричної станції
35. Термічна та електродинамічна дія СКЗ
36. Методи обмеження СКЗ
37. Електричні схеми станцій та підстанцій. Основні визначення
38. Структурні схеми видачі електроенергії
39. Елементи головних схем
40. Блочні схеми підключення генераторів
41. Електричні схеми розподільчих установок. Схеми РУ ГН (6-10кВ)
42. Схеми розподільчих установок на підвищеній напрузі.
43. Схеми з обхідною СШ
44. Кільцеві схеми. Схеми багатокутників
45. Схеми містків
46. Схема «3/2» (полупорна) та «3/4»
47. Вибір трансформаторів в схемах електричних станцій
48. Головні схеми підстанцій
49. Власні потреби електростанцій
50. Джерела живлення ВП
51. Особливості організації системи власних потреб на ГЕС та АЕС
52. Самозапуск асинхронних двигунів
53. Установки постійного струму (УПТ)
54. Установки змінного та випрямленого струму
55. Режими роботи нейтралі в електроустановках
56. Дистанційне керування вимикачами
57. Дистанційне керування повітряними вимикачами
58. Система сигналізації на щиті керування (ЩК)

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професором кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н. Остапчуком О.В.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 17.05.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету електроенергетехніки та автоматики (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)