

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

«29» _____ 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«29» _____ 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

«29» _____ 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«Електричні мережі»

ступінь вищої освіти – **бакалавр**

галузь знань – **14 «Електрична інженерія»**

спеціальність – **141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

освітньо-професійна програма **«Енергетичний аудит»**

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	Лабор. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студентів, (год.)	Разом, (год.)	Екза- мен, (сем.)
Денна	IV	7	32	14	14	4	8	78	150	7
Заочна	IV	7	8	4	4	-	-	134	150	8

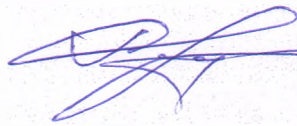
**Тернопіль – ЗУНУ
2025**

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 9 від 15 червня 2022 р., зі змінами відповідно до рішення Вченої ради ЗУНУ, протокол № 11 від 26 червня 2024 р.

Робочу програму склав професор кафедри, д.т.н., професор,
Валерій ЯГУП

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

В.о. завідувача кафедри,
д.е.н., професор

 Руслан БРУХАНСЬКИЙ

Гарант ОПП
«Енергетичний аудит»,
к.т.н., доцент



Петро КЛЕНДІЙ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Електричні мережі»
ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна – «Електричні мережі»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: – 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Статус дисципліни – нормативна дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання – 5</i>	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки – 4 <i>Денна – 4 Заочна – 4 Семестр: Денна – 7 Заочна – 7</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень	Лекції: <i>Денна – 32 год. Заочна – 8 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 14 год. Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин –150	Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит»	Індивідуальна робота <i>Денна – 4 год.</i> Тренінг <i>Денна – 8 год.</i> Самостійна робота: <i>Денна – 78 год. Заочна – 134 год.</i>
Тижневих годин <i>денна форма – 9 з них аудиторних – 4</i>		Вид підсумкового контролю – екзамен

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«Електричні мережі»

Мета дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Електричні мережі» полягає у формуванні необхідних систематичних знань щодо електричних мереж, засвоєння основних методів розрахунку параметрів усталених режимів мереж, методів розрахунку замкнутих та розімкнутих електричних мереж, ознайомлення з вимогами до параметрів режимів і умовами оптимального

управління ними, шляхами оптимального вирішення задач проектування та експлуатації електричних мереж.

Ці знання дозволять випускникам успішно вирішувати задачі в професійній діяльності, пов'язаній з проектуванням, обслуговуванням і експлуатацією сучасних об'єктів електроенергетики.

Завдання вивчення дисципліни

Основні завдання вивчення дисципліни «Електричні мережі» полягають у набутті студентами знань та умінь щодо принципів побудови та напрямків розвитку електроенергетичних систем з урахуванням фізичних процесів, що відбуваються при генерації та розподілу електроенергії, принципів розробки схем електричних мереж, основ виконання розрахунків поточних та прогнозованих усталених робочих режимів роботи електричних мереж, а також основ управління усталеними режимами мереж і систем, шляхів зниження технологічних витрат на транспортування та розподіл електроенергії із забезпеченням заданих показників якості електроенергії.

Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

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.

K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни «Електричні мережі» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Інженерна механіка», «Теоретичні основи електротехніки», «Електротехнічні матеріали».

Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни «Електричні мережі» здобувач вищої освіти повинен:

-знати закони електротехніки, методи розрахунку електричних мереж, конструктивні та функціональні властивості структурних елементів електричних мереж; методи розрахунку усталених режимів електричних мереж; методологію аналізу результатів розрахунків режимів електричних мереж; основні принципи забезпечення нормального функціонування електричних мереж та оптимального управління їх режимами; основи проектування електричних мереж.

-вміти здійснювати розрахунки поточних та прогнозованих режимів роботи енергомереж з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки;

обґрунтовувати техніко-економічні рішення, які приймаються інженерним персоналом; визначати параметри схеми заміщення основних елементів електроенергетичних систем та мереж.

Програмні результати навчання (ПРН):

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.

ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

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

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР21. Вміти визначити оптимальні підходи до розв'язання енергетичних проблем, розробляти раціональні заходи для підвищення енергоефективності електроенергетичних об'єктів.

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

«Електричні мережі»

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика, класифікація, будова та розрахунок електричних мереж, розрахунок електричних навантажень

Тема 1. Вступ. Електричні навантаження електромереж. розрахунок навантажень електричних мереж

Значення, роль і місце електроенергетичної сфери в економіці України. Суть і значення дисципліни, її місце і роль у загальному плані підготовки фахівців електричної інженерії. Завдання, структура та логічна схема вивчення дисципліни, основні кваліфікаційні вимоги. Методи і способи розв'язання задач електропостачання. Основні поняття і терміни, їх визначення. Передача та розподіл електричної енергії. Характеристика споживачів електричної енергії. Номінальна, установлена та розрахункова потужності. Графіки електричних навантажень споживачів і трансформаторних підстанцій та їх використання. Розрахунок навантажень електричних мереж різної напруги. Методи розрахунку електричних навантажень та їх порівняльна характеристика.

Тема 2. Втрати електроенергії в проводах і трансформаторах. економічність роботи електричних мереж

Основні поняття про втрати електричної енергії в елементах системи електропостачання. Втрати електроенергії в лініях електропередачі. Втрати електричної енергії в трансформаторах. Методи розрахунку втрат електроенергії в електричних мережах. Критерії оцінювання економічності роботи електричних мереж. Способи підвищення економічності роботи електричних мереж.

Тема 3. Елементи електричних мереж

Класифікація електричних мереж напругою 0,38...110 кВ. Характеристика елементів електричних мереж. Умовні графічні позначення в електричних схемах. Лінії електропередачі, їх типи та конструкції. Особливості конструктивного виконання повітряних та кабельних ліній. Схеми з'єднання ліній та підстанцій.

Змістовий модуль 2. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги. Розрахунок замкнутих та розімкнутих мереж. Регулювання напруги в електричних мережах

Тема 4. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги

Векторна діаграма лінії трифазного струму з навантаженням у кінці. Падіння та втрата напруги. Активні та індуктивні опори проводів ПЛ. Методи вибору перерізу проводів ліній за допустимою втратою напруги. Якість електричної енергії. Основні показники якості електроенергії.

Тема 5. Розрахунок розгалужених електричних мереж. Розрахунок електричних мереж за економічними показниками та за допустимим нагріванням

Критерії вибору електричних мереж за економічними показниками; приведеними затратами на передачу електричної енергії, економічного густини струму в провідниках, собівартістю передачі електричної енергії. Методи вибору оптимального перерізу проводів та жил кабелів: за економічними інтервалами навантаження та густини струму. Перевірка проводів за втратою напруги. Нагрівання проводів та кабелів, допустима температура нагрівання. Вибір і перевірка захисних апаратів внутрішніх проводок. Визначення допустимого струму у проводі, кабелі та вибір їх перерізу за допустимим нагріванням.

Тема 6. Розрахунок замкнутих та розімкнутих електричних мереж

Радіальні і замкнуті електричні мережі. Розрахунок ліній електропередач з двостороннім живленням. Розрахунок складних замкнутих мереж. Розрахунок розімкнутих електричних мереж.

Тема 7. Допустимі втрати напруги в електричних мережах. регулювання напруги в електричних мережах

Визначення допустимої втрати напруги в електричних мережах. Обґрунтування необхідності регулювання напруги в електричних мережах. Способи регулювання напруги в електричних мережах: стабілізація та зустрічне регулювання напруги. Основні засоби регулювання напруги: пристрої РПН та ПБЗ, повздовжня ємнісна компенсація та компенсація реактивної потужності як заходи регулювання напруги.

Тема 8. Розрахунок електричних мереж напругою 110кВ. механічний

розрахунок проводів

Особливості параметрів та режимів роботи мереж напругою 110 кВ. Розрахунок марки і перерізу проводів ліній електропередачі напругою 110 кВ. Перевірка вибраних проводів. Вихідні дані розрахунку конструктивної частини ліній, критичні прольоти. Питомі механічні навантаження на проводи і троси ліній. Напруження в матеріалі проводу, рівняння стану проводу в прольоті. Критичний проліт, критична температура. Монтажні таблиці і криві.

СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ
«Електричні мережі»
(денна форма)

Тема	Кількість, годин, в т.ч.						
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Індивідуальна робота	Тренінг	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. «Загальна характеристика, класифікація, будова та розрахунок електричних мереж, розрахунок електричних навантажень»							
Тема 1. Вступ. Електричні навантаження електромереж. Розрахунок навантажень електричних мереж	4	2		2	1	9	Поточне оцінювання
Тема 2. Втрати електроенергії в проводах і трансформаторах. Економічність роботи електричних мереж	4	2	2		1	9	Поточне оцінювання
Тема 3. Елементи електричних мереж	4	2	2		1	10	Поточне оцінювання
Тема 4. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги	4	2	2		1	10	Поточне оцінювання
Тема 5. Розрахунок розгалужених електричних мереж. Розрахунок електричних мереж за економічними показниками та за допустимим нагріванням	4	2	2		1	10	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 2. «Розрахунок електричних мереж за втратою напруги. Розрахунок замкнутих та розімкнутих мереж. Регулювання напруги в електричних мережах»							
Тема 6. Розрахунок замкнутих та розімкнутих електричних мереж	4	2	2	2	1	10	Поточне оцінювання
Тема 7. Допустимі втрати напруги в електричних мережах. Регулювання напруги в електричних мережах	4	2	2		1	10	Поточне оцінювання
Тема 8. Розрахунок електричних мереж напругою 110 кв. механічний розрахунок проводів	4		2		1	10	Поточне оцінювання
Разом	30	14	14	4	8	78	Екзамен

СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ
«Електричні мережі»
(заочна форма)

Тема	Кількість, годин, в т.ч.				
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. «Загальна характеристика, класифікація, будова та розрахунок електричних мереж, розрахунок електричних навантажень»					
Тема 1. Вступ. Електричні навантаження електромереж. розрахунок навантажень електричних мереж	1	2		18	-
Тема 2. Втрати електроенергії в проводах і трансформаторах. Економічність роботи електричних мереж	1			18	-
Тема 3. Елементи електричних мереж	1			14	-
Тема 4. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги	1		2	20	-
Тема 5. Розрахунок розгалужених електричних мереж. Розрахунок електричних мереж за економічними показниками та за допустимим нагріванням	1		2	18	-
Змістовий модуль 2. «Розрахунок електричних мереж за втратою напруги. Розрахунок замкнутих та розімкнутих мереж. Регулювання напруги в електричних мережах»					
Тема 6. Розрахунок замкнутих та розімкнутих електричних мереж	1	2		14	-
Тема 7. Допустимі втрати напруги в електричних мережах. регулювання напруги в електричних мережах	1			18	-
Тема 8. Розрахунок електричних мереж напругою 110кВ. механічний розрахунок проводів	1			18	-
Разом	8	4	4	134	Екзамен

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика, класифікація, будова та розрахунок електричних мереж, розрахунок електричних навантажень

Тема 1. Вступ. Електричні навантаження електромереж. розрахунок навантажень електричних мереж

Питання для обговорення:

1. Значення, роль і місце електроенергетичної сфери в економіці України.
2. Суть і значення дисципліни, її місце і роль у загальному плані підготовки фахівців електричної інженерії. Завдання, структура та логічна схема вивчення дисципліни, основні кваліфікаційні вимоги.
3. Методи і способи розв'язання задач електропостачання. Основні поняття і терміни, їх визначення.
4. Передача та розподіл електричної енергії. Характеристика споживачів електричної енергії.
5. Номінальна, установлена та розрахункова потужності.
6. Графіки електричних навантажень споживачів і трансформаторних підстанцій та їх використання.
7. Розрахунок навантажень електричних мереж різної напруги. Методи розрахунку електричних навантажень та їх порівняльна характеристика.

Тема 2. Втрати електроенергії в проводах і трансформаторах. економічність роботи електричних мереж

Питання для обговорення:

1. Основні поняття про втрати електричної енергії в елементах системи електропостачання.
2. Втрати електроенергії в лініях електропередачі.
3. Втрати електричної енергії в трансформаторах.
4. Методи розрахунку втрат електроенергії в електричних мережах.
5. Критерії оцінювання економічності роботи електричних мереж.
6. Способи підвищення економічності роботи електричних мереж.

Тема 3. Елементи електричних мереж

Питання для обговорення:

1. Класифікація електричних мереж напругою 0,38...110 кВ.
2. Характеристика елементів електричних мереж.
3. Умовні графічні позначення в електричних схемах.
4. Лінії електропередачі, їх типи та конструкції.
5. Особливості конструктивного виконання повітряних та кабельних ліній.
6. Схеми з'єднання ліній та підстанцій.

Змістовий модуль 2. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги. Розрахунок замкнутих та розімкнутих мереж. Регулювання напруги в електричних мережах

Тема 4. Розрахунок електричних мереж за втратою напруги

Питання для обговорення:

1. Векторна діаграма лінії трифазного струму з навантаженням у кінці.
2. Падіння та втрата напруги.
3. Активні та індуктивні опори проводів ПЛ.
4. Методи вибору перерізу проводів ліній за допустимою втратою напруги.
5. Якість електричної енергії. Основні показники якості електроенергії.

Тема 5. Розрахунок розгалужених електричних мереж. розрахунок електричних мереж за економічними показниками та за допустимим нагріванням

Питання для обговорення:

1. Критерії вибору електричних мереж за економічними показниками; приведеними затратами на передачу електричної енергії, економічного густини струму в провідниках, собівартістю передачі електричної енергії.
2. Методи вибору оптимального перерізу проводів та жил кабелів: за економічними інтервалами навантаження та густини струму.
3. Перевірка проводів за втратою напруги.
4. Нагрівання проводів та кабелів, допустима температура нагрівання.
5. Вибір і перевірка захисних апаратів внутрішніх проводок.
6. Визначення допустимого струму у проводі, кабелі та вибір їх перерізу за допустимим нагріванням.

Тема 6. Розрахунок замкнутих та розімкнутих електричних мереж

Питання для обговорення:

1. Радіальні і замкнуті електричні мережі.
2. Розрахунок ліній електропередач з двостороннім живленням.
3. Розрахунок складних замкнутих мереж.
4. Розрахунок розімкнутих електричних мереж.

Тема 7. Допустимі втрати напруги в електричних мережах. регулювання напруги в електричних мережах

Питання для обговорення:

1. Визначення допустимої втрати напруги в електричних мережах.
2. Обґрунтування необхідності регулювання напруги в електричних мережах.
3. Способи регулювання напруги в електричних мережах: стабілізація та зустрічне регулювання напруги.
4. Основні засоби регулювання напруги: пристрої РПН та ПБЗ, повздовжня ємнісна компенсація та компенсація реактивної потужності як заходи регулювання напруги.

Тема 8. Розрахунок електричних мереж напругою 110кВ. механічний розрахунок проводів

Питання для обговорення:

1. Особливості параметрів та режимів роботи мереж напругою 110 кВ.
2. Розрахунок марки і перерізу проводів ліній електропередачі напругою 110 кВ.

3. Перевірка вибраних проводів. Вихідні дані розрахунку конструктивної частини ліній, критичні прольоти.
4. Питомі механічні навантаження на проводи і троси ліній.
5. Напруження в матеріалі проводу, рівняння стану проводу в прольоті.
6. Критичний проліт, критична температура. Монтажні таблиці і криві.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторне заняття 1

Тема 1. Вивчення будови, конструкції та призначення елементів ПЛ виконаної ізолюваними проводами

Мета: Вивчити будову, конструкцію та призначення елементів повітряної лінії виконаної ізолюваними проводами.

Лабораторне заняття 2

Тема 2. Вивчення будови, конструкції та призначення елементів ПЛ-10 і 0,4кВ виконаної неізолюваними проводами і кабелем

Мета: Вивчити будову, конструкцію та призначення елементів повітряної лінії виконаної неізолюваними проводами і кабелем.

Лабораторне заняття 3

Тема 3. Дослідження та визначення показників якості електричної енергії

Мета: Навчитись визначати показники якості електричної енергії.

Лабораторне заняття 4

Тема 4. Розрахунок та дослідження режимів роботи лінії з двостороннім живленням (на моделі лінії)

Мета: Знайти розподіл струмів і напруг на моделі лінії з двостороннім живленням при нормальному і аварійному режимах.

Лабораторне заняття 5

Тема 5. Регулювання напруги в електричній мережі за допомогою поздовжньої і поперечної ємнісної компенсації на моделі лінії

Мета: Дослідити методику регулювання напруги в електричній мережі за допомогою поздовжньої і поперечної ємнісної компенсації на моделі лінії.

Лабораторне заняття 6

Тема 6. Складання схеми і монтаж окремих елементів внутрішньої електричної мережі

Мета: Навчитись виконувати монтаж електропроводок в жилих і громадських будинках.

Лабораторне заняття 7

Тема 7. Розробка і виконання схеми силової електричної мережі по заданих умовах

Мета: Набути умінь по складанню електричних схем і навиків з монтажу силових електричних мереж.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГУ

Оцінювання результатів проходження тренінгу є обов'язковим складовим модулем залікового кредиту з дисципліни «Електричні мережі».

Мета проходження тренінгу з дисципліни полягає у набутті студентами комплексних систематизованих теоретичних знань і практичних навичок щодо електричної частини станцій та підстанцій.

Отримані студентами знання і уміння будуть застосовуватися у процесі написання кваліфікаційної роботи та майбутній професійній діяльності.

Тематика тренінгу: Розрахунок електричної мережі на мінімум приведених затрат методом економічних інтервалів.

Методична доцільність проведення тренінгу полягає у забезпеченні студентів знаннями і навичками, які в подальшому можуть використовуватися при вирішенні комплексних спеціалізованих задач і практичних проблем, пов'язаних із експлуатацією електричних мереж у майбутній професійній діяльності.

У процесі проведення тренінгу студентам пропонуються задачі, у яких вони зможуть продемонструвати набуті знання і вміння аналізувати технічні, інженерні та організаційні параметри електричних мереж, застосовувати методи розрахунку в умовах їх практичного використання, застосовувати прогресивні методи використання електрообладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

Завдання на тренінг: вибрати перерізи і марки проводів ПЛ 0,38 Кв методом економічних інтервалів. Перевірити вибрані проводи на втрати напруги, розрахувавши їх на ділянках та до споживачів, та порівняти їх з $\Delta U_{\text{доп}}$. Прийняти $\cos\varphi=0,75$ на всіх ділянках, $\Delta U_{\text{доп}}=5\%$.

Таблиця 1

Вихідні дані

Номер варіанту	Активна потужність споживачів, кВт				Довжина ділянки, м						Кліматичний район	Номер схеми
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆		

Хід роботи

Накреслити розрахункову схему (рис. 1) та записати вихідні дані в табл. 1 згідно з варіантом. Під час виконання розрахунків результати заносити в таблицю 2.

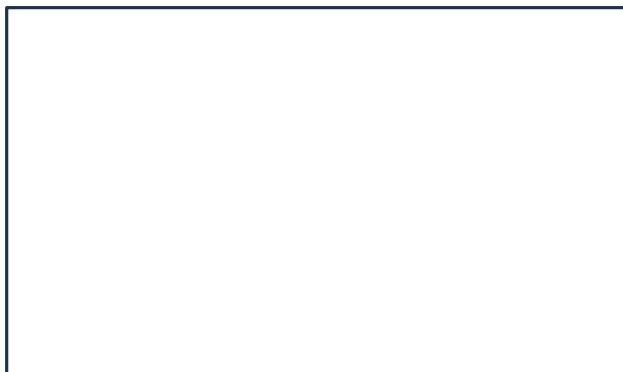


Рис. 1. Розрахункова схема.

Таблиця 2

Результати розрахунків

Ділян ка лінії	Потужність на ділянках			Довжина ділянки, м	Попередній розрахунок				Остаточний розрахунок			
	P, кВт	S _p , кВ А	S _{екв} , кВА		Марка, кількість і переріз проводу	втрати U,%			Марка, кількість і переріз проводу	втрати U,%		
						ΔU _{пит}	ΔU _{дл}	ΔU _{A-n}		ΔU _{пит}	ΔU _{дл}	ΔU _{A-n}

Примітка. а) колонки «Попередній розрахунок» заповнюються при виборі основних проводів, а колонки «Остаточний розрахунок» при перевибір проводів з додаткових у разі невиконання умови $\Delta U_{A-n} \leq \Delta U_{\text{доп}}$.

б) в колонки ΔU_{A-n} записують розраховані втрати напруги від джерела А до останньої точки кожної ділянки (для діл. А-1 від А до точки 1; для діл. 1-2 від А до точки 2 тощо, де n – остання точка ділянки).

Критерії оцінювання результатів проходження тренінгу.

90-100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його використовує під час виконання завдань тренінгу, виявляє творчий підхід до виконання завдання;

75-89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при виконанні окремих завдань тренінгу не вистачає достатньої глибини та аргументації його використання, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки, загалом виявляє творчий підхід до виконання завдання;

65-74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та загалом його використовує при виконанні завдань тренінгу, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому суттєві неточності та помилки, в окремих моментах виявляє творчий підхід до виконання завдання;

60-64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його використовує, недостатньо розкриває зміст завдань тренінгу, допускаючи при цьому суттєві неточності, не виявляє творчого підходу до виконання завдання;

1-59 – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст завдань тренінгу.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними та прикладними аспектами електричної частини станцій та підстанцій.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння здобувачами навчального матеріалу в позааудиторний час. Обсяг і зміст самостійної роботи визначається робочою програмою та навчальним планом в межах встановленого обсягу годин із навчальної дисципліни, методичними вказівками викладача. Самостійна робота здобувача забезпечується системою навчально-методичних засобів: конспектами лекцій, підручниками, навчальними та методичними посібниками, монографічною літературою і періодикою.

Навчальний матеріал, передбачений навчальним планом для засвоєння здобувачем в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальними матеріалом, який опрацьовувався при проведенні практичних занять. Викладач проводить перевірку якості самостійної роботи здобувача на індивідуальних заняттях (консультаціях). Вони проводяться в позааудиторний час за окремим графіком, складеним кафедрою.

Завдання виконує кожен здобувач шляхом підготовки творчої роботи у вигляді реферату з презентацією згідно із рекомендованою тематикою поданою нижче (згідно свого порядкового номеру списку в журналі відвідувань). Теми рефератів охоплюють різні аспекти електричних систем і мереж, дозволяючи здобувачам глибше дослідити проблематику й розвивати критичне мислення щодо проблемної тематики.

Реферат – це завершена теоретична робота з конкретної проблематики (теми) в межах навчальної програми курсу. Реферат виконується здобувачем самостійно при консультуванні викладачем. Оформляється за стандартним зразком і подається викладачу за два тижні до екзамену. Захист реферату шляхом усного звіту здобувача освіти з підготовкою та оформлення презентації.

Тематика самостійної роботи (теми):

1. Електричні системи і мережі як підсистема ПЕК.
2. Призначення електричних систем і мереж.
3. Класифікація електричних мереж. Номінальна напруга електричних приймачів, ліній, генераторів, трансформаторів.
4. Особливості конструктивного виконання повітряних та кабельних ліній. Схеми з'єднання ліній і підстанцій.
5. Вимоги що висуваються до електричних мереж.
6. Заземлення електричних мереж.
7. Поняття тривалості максимального навантаження та тривалості максимальних втрат.
8. Схеми заміщення ліній електропередачі різної напруги.
9. Способи представлення електричних навантажень на розрахункових схемах.
10. Визначення втрат потужності в лініях і трансформаторах. Нагрів проводів та кабелів.

11. Векторні діаграми струмів та напруг ліній різних класів напруг.
12. Баланс активної та реактивної потужності.
13. Розрахунки параметрів ustalених режимів найпростіших замкнутих електричних мереж.
14. Застосування алгебри матриць для розрахунку режимів роботи простих електричних мереж.
15. Розрахунок параметрів ustalеного режиму із застосуванням перетворення схем.

Критерії оцінювання:

90-100 балів – зміст самостійної роботи повністю відповідає встановленим вимогам, містить елементи самостійного дослідження, свідчить про високий рівень опанування навчального матеріалу, студент на високому рівні виявляє творчий підхід до виконання завдань;

75-89 балів – зміст самостійної роботи в основному відповідає встановленим вимогам, можуть бути несуттєві недопрацювання за обраною тематикою, свідчить про належний рівень опанування навчального матеріалу, студент належно виявляє творчий підхід до виконання завдань;

60-74 балів – поставлені завдання виконані на недостатньому рівні; наведені авторські напрацювання є загальними і слабо обґрунтованими, свідчать про недостатній рівень опанування навчального матеріалу; студент припускається значних помилок у виконанні завдання, в окремих моментах виявляє творчий підхід до виконання завдань;

1-59 балів – завдання практично не виконано; відсутні авторські напрацювання, що свідчать про низький рівень опанування навчального матеріалу; студент не виявляє творчого підходу до виконання завдання.

Оцінювання результатів самостійної роботи студентів заочної форми проводиться під час проведення екзамену.

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Електричні мережі» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання;
- проміжне модульне оцінювання;
- оцінювання результатів проходження тренінгу;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- підсумкове оцінювання (екзамен).

ПОЛІТИКА ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ТА ВІДВІДУВАННЯ

Політика щодо граничних дедлайнів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонене.

Політика щодо відвідування: Пропуски практичних занять

відпрацьовуються. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції інституту.

ПОЛІТИКА ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

КРИТЕРІЇ, ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Електричні мережі» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Структура залікового кредиту для студентів (екзамен) %:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 1-4 на практичних та лабораторних заняттях	Підсумкова письмова робота за темами 1-4	Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 5-8 на практичних та лабораторних заняттях	Підсумкова письмова робота за темами 5-8	Оцінка за виконання завдання з тренінгу	Оцінка за виконання завдання самостійної роботи	Два теоретичні питання по 30 балів. Практичне завдання – 40 балів

Поточне опитування під час заняття:

90-100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань;

75-89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки;

65-74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки;

60-64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо

розкриває зміст теоретичних питань, допускаючи при цьому суттєві неточності;
1-59 балів – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст теоретичних питань.

Підсумкова оцінка за поточне опитування кожного модуля визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих під час занять в межах кожного модуля.

Модульна робота, екзамен – види контролю, при яких засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу оцінюється від 0 до 100 балів як сума балів за виконані завдання. Екзаменаційний білет складається із:

1. *Двох теоретичних питань*, за відповідь на кожне з яких студент може отримати від 0 до 30 балів.

15-30 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, всебічно, самостійно та аргументовано його викладає під час відповіді, глибоко та всебічно розкриває зміст завдання.

1-14 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не в повному обсязі, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст завдання, допускаючи при цьому суттєві неточності, відповіді на запитання нечіткі

2. *Практичного завдання (задачі)*, за розв'язання якого студент може отримати: від 0 до 40 балів:

30-40 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання і інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

10-29 балів – у достатньому обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання, але на додаткові контрольні запитання відсутня повна відповідь, допускає несуттєві неточності та фрагментарно (без аргументації) інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

1-9 балів – не в повному обсязі володіє матеріалом, фрагментарно розв'язує практичне завдання, допускає суттєві неточності, поверхнево його викладає, недостатньо розкриває зміст поставлених питань.

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проєктор	1-8
2.	Екран проєкційний	1-8
3.	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-8
4.	Телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox).	1-8
5.	Комунікаційна навчальна платформа Moodle для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-8
6.	Комунікаційне програмне забезпечення Zoom для проведення занять в режимі on-line (за необхідності)	1-8
7.	Програмне забезпечення базових інформаційних технологій: ОС Windows, MS Office (Word, Excel, PowerPoint), SICAD	1-8

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Давиденко Л.В. Електропостачання промислових об'єктів. Практикум: навчальний посібник/Л.В. Давиденко, Н.В. Коменда, В.А. Давиденко, М.М. Євсюк. Луцьк: ВПІ ЛНТУ, 2022. 244 с.
2. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, О. В. Мейта. Електронні текстові дані (1 файл: 4,46 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 167 с.
3. Електричні мережі та системи: метод. вказівки для самостійного вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навч. зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун-т; авт.- уклад.: О. А. Савченко, С. А. Попадченко. Харків: [б. в.], 2023. 12 с.
4. Електричні системи і мережі. Частина 1: навчальний посібник / Ю. В. Малогулко, О. Б. Бурикін, Т. Л. Кацадзе, В. В. Нетребський; за ред. П. Д. Лежнюка. Вінниця: ВНТУ, 2020. 200 с.
5. Електричні системи та мережі: конспект лекцій / укладачі: І. Л. Лебединський, В. І. Романовський, Т. М. Загородня. Суми: Сумський державний університет, 2018. 214 с.
6. Зайцев Є.О., Кучанський В.О., Гунько І.О. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустаткування: монографія. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. 156 с.

7. Козирський В.В., Каплун В.В., Хохулін Б.К. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. Київ: Аграрна освіта, 2011. 448с.
8. Малиновський А.А. Основи електропостачання: навч. посібник. Львів: Львівська політехніка, 2005. 324 с.
9. Методичні вказівки з дисципліни «Електричні мережі» для студентів денної і заочної форми навчання. Перший (бакалаврський) рівень спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укл. Валерій Ягуп. Тернопіль: ЗУНУ, 2025 р. 25 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Електричні мережі» для студентів денної і заочної форми навчання. Перший (бакалаврський) рівень спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укл. Валерій Ягуп. Тернопіль: ЗУНУ, 2025 р. 67 с.
11. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з дисципліни «Електричні мережі» для студентів денної і заочної форми навчання. Перший (бакалаврський) рівень спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укл. Валерій Ягуп. Тернопіль: ЗУНУ, 2025 р. 21 с.
12. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі. К.: Знання, 2007. 292 с.
13. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. 488 с.
14. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи, Львів, 1999. 293 с.
15. Ягуп В., Ягуп К. Дослідження режимів компенсації реактивної потужності в системі електропостачання з каскадом трансформаторів. Технічна електродинаміка. 2025 №1 С. 76-82.
16. Ягуп В., Ягуп К., Гирила В. Алгоритм симетрування режиму двигуна змінного струму в умовах живлення від сільської мережі. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 2024. 345(6(2), 207-210.
17. Ягуп В.Г., Ягуп К.В. Аналітичний метод визначення умов повної компенсації реактивної потужності в системі електропостачання. Електротехніка і електромеханіка. 2024. №2. С. 75-80.
18. Ягуп В.Г., Ягуп К.В. Дослідження режимів компенсації реактивної потужності в узагальненій системі електропостачання. Технічна електродинаміка. 2022. №6. С.63-71.
19. Ягуп В.Г., Ягуп К.В. Пошукова оптимізація режиму повної компенсації реактивної потужності в електричній мережі. Технічна електродинаміка. 2023. №5. С. 55-63.
20. Ягуп В.Г., Ягуп К.В., Церковний Д.О. Проблеми компенсації реактивної потужності в системах електропостачання обмеженої потужності. Харків: ДБТУ, 2022. С. 56-59.

- 21.Ягуп К.В., Ягуп В.Г., Юсіфов Р.Г. Визначення параметрів компенсувального пристрою системи електропостачання із застосуванням нейронної мережі. Наукові праці ВНТУ, 2024, № 4. С. 1-9.
- 22.Abood A.I., Fayyadh M.H. (Eds.) Advanced Power Systems and Security: Computer Aided Design. Nova Science Publishers, Inc., 2020. 468 p.
- 23.Alhelou H., Heydarian-Forushani E., Siano P. Flexibility in Electric Power Distribution Networks. CRC Press, 2021. 434 p.
- 24.Ametani Akihiro, Xue H., Ohno T., Khalilnezhad H. Electromagnetic Transients in Large HV Cable Networks: Modeling and Calculations. The Institution of Engineering and Technology, 2021. 585 p.
- 25.Argaut P. (Ed.) Accessories for HV and EHV Extruded Cables. Volume 1: Components. Springer, 2021. 614 p.
- 26.Belu Radian. Smart Grid Fundamentals: Energy Generation, Transmission and Distribution. CRC Press, 2022. 770 p.
- 27.Chattopadhyay S., Das A. Overhead Electric Power Lines: Theory and practice. The Institution of Engineering and Technology, 2021. 360 p.
- 28.Chopra Shakti Raj et al (eds.). Energy-Efficient Communication Networks. John Wiley & Sons, Inc., Scrivener Publishing, 2025. 272 p.
- 29.Chowdhury T., Chakrabarti A., Chanda C. Power Transmission System Analysis Against Faults and Attacks. CRC Press, 2021. 241 p.
- 30.Gers Juan, Holmes Edward. Protection of Electricity Distribution Networks. 4th Edition. The Institution of Engineering and Technology, 2022. 487 p.
- 31.Mehrizi-Sani Ali, Ten Chee-Wooi. Electric Power Distribution Engineering. 4th Edition. CRC Press, 2024. 462 p.