

**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» 08 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«29» 08 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

«18» 08 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **«Прикладні задачі енергетики»**

ступінь вищої освіти – **перший (бакалаврський) рівень**

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.)	ІРС, год.	Тренінг, (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Залік, (сем.)
Денна	IV	7	32	14	3	6	95	150	7
Заочна	IV	7	8	4	-	-	138	150	7

Тернопіль – ЗУНУ
2025

Робочу програму склав доцент кафедри, к.е.н., доцент,
Олексій ЯРОЦУК

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 ОПІ
«Енергетичний аудит»,
к.т.н., доцент



Петро КЛЕНДІЙ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Прикладні задачі енергетики»

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна – «Прикладні задачі енергетики»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: – 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Статус дисципліни – вибіркова дисципліна Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання – 3</i>	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки – 4 <i>Денна – 4 Заочна – 4 Семестр: Денна – 7 Заочна – 7</i>
Кількість змістових модулів – 5	Ступінь вищої освіти – бакалавр	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 – 8 год. Самостійна робота: <i>Денна – 95 год. Заочна – 138 год.</i>
Тижневих годин <i>денна форма – 10 з них аудиторних – 3</i>		Вид підсумкового контролю – залік

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«Прикладні задачі енергетики»

2.1 Мета дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Прикладні задачі енергетики» є формування у здобувачів вищої освіти системи знань, умінь та практичних навичок з постановки та розв'язання типових і спеціальних інженерних задач у галузі електроенергетики. Це передбачає оволодіння методами математичного моделювання елементів і режимів енергетичних систем, аналізу якості електричної енергії, вибору та перевірки електротехнічного обладнання, розрахунку коротких замикань і поточкорозподілу потужностей, а також інтеграції сучасних технологій відновлюваної енергетики та систем

накопичення.

Досягнення мети забезпечує здатність здобувачів застосовувати інженерні методи, нормативно-технічні документи та програмні комплекси для прийняття обґрунтованих техніко-економічних рішень в умовах сталого розвитку енергетики та цифрової трансформації галузі.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Прикладні задачі енергетики» є:

- засвоєння теоретичних основ побудови математичних моделей елементів та режимів електроенергетичних систем;
- набуття практичних навичок виконання розрахунків потокорозподілу потужності, коротких замикань та вибору електротехнічного обладнання з урахуванням нормативних вимог;
- вивчення методів аналізу та забезпечення якості електричної енергії, компенсації реактивної потужності та зниження втрат у мережах;
- опанування принципів роботи та застосування перетворювальної техніки та електроприводів у промислових установках;
- ознайомлення з основами проєктування систем на базі відновлюваних джерел енергії та систем накопичення;
- формування умінь застосовувати оптимізаційні та економіко-математичні методи для вирішення інженерних задач енергетики;
- розвиток здатності виконувати комплексні інженерно-економічні розрахунки та захищати прийняті рішення;
- виховання навичок дотримання вимог електробезпеки, енергетичної ефективності та принципів сталого розвитку при виконанні практичних завдань.

3. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ «Прикладні задачі енергетики»

Змістовий модуль 1. Моделі та режимні розрахунки електроенергетичних систем

Тема 1. Математичні моделі елементів електроенергетичних систем

Побудова еквівалентних схем ліній електропередачі (π -схема, модель довгих і коротких ліній). Моделі трансформаторів на основі випробувань XX і КЗ. Представлення синхронних та асинхронних машин у розрахунках режимів. Моделювання навантажень (ZIP-модель, експериментальні залежності). Моделі перетворювальної техніки. Система відносних одиниць (per unit) для спрощення розрахунків.

Тема 2. Потокорозподіл потужності в електричних мережах

Призначення й задачі PF-розрахунків. Рівняння балансу потужностей. Алгоритми розрахунку: метод Гаусса–Зейделя та метод Ньютона–Рафсона. Збіжність і точність. Використання програмних комплексів (MATLAB/Simulink,

PowerFactory, ETAP). Приклади розрахунків для мереж промислових підприємств.

Тема 3. Розрахунок коротких замикань

Класифікація коротких замикань (3-фазні, 2-фазні, 1-фазні, замикання на землю). Метод симетричних складових. Обчислення початкових та усталених струмів. Визначення теплового і динамічного впливу струмів КЗ. Практичне використання результатів для вибору апаратури, кабелів, шинопроводів.

Змістовий модуль 2. Прикладні задачі електричних мереж і установок

Тема 4. Вибір перерізів проводів та кабелів

Критерії вибору: нагрів, падіння напруги, економічність. Вплив тривалості навантаження та умов прокладання кабелів. Розрахунок допустимих втрат напруги. Економічний критерій вибору перерізу провідників. Приклади застосування для мереж підприємств.

Тема 5. Компенсація реактивної потужності

Значення реактивної потужності у мережах. Засоби компенсації: батареї конденсаторів, синхронні компенсатори, установки типу SVC і STATCOM. Методи розрахунку необхідної компенсації. Вплив на втрати потужності та тарифні платежі.

Тема 6. Якість електроенергії та гармоніки

Нормовані показники якості електроенергії (EN 50160): відхилення напруги, flicker, несиметрія, THD. Джерела гармонік: нелінійні навантаження, перетворювачі. Методи зниження спотворень: пасивні фільтри, активні фільтри, гібридні системи. Приклади розрахунків і вимірювань.

Змістовий модуль 3. Перетворювальна техніка та електропривод

Тема 7. Перетворювачі електроенергії

Класифікація: випрямлячі, інвертори, перетворювачі частоти, багаторівневі схеми. Основні характеристики: ККД, коефіцієнт потужності, спектр гармонік. Втрати у силових напівпровідникових елементах. Приклади застосування у промисловості.

Тема 8. Частотно-керовані приводи

Принципи роботи VFD. Вплив зміни частоти на характеристики двигуна. Енергетичний ефект у насосних, вентиляторних і компресорних системах. Методи керування (U/f , векторне, DTC). Приклади розрахунків енергозбереження.

Тема 9. Пуск і гальмування асинхронних двигунів

Методи пуску: прямий, через резистори, зниження напруги, soft-starter. Використання VFD для плавного пуску й гальмування. Динаміка процесу «момент–швидкість». Вплив на мережу. Розрахунки для вибору апаратури.

Змістовий модуль 4. ВДЕ та системи накопичення

Тема 10. Фотоелектричні системи

Будова та принципи роботи PV-систем. Інвертори та алгоритми MPPT. Розрахунок добової і річної генерації. Вплив на профіль навантаження та режими мережі. Приклади проєктів сонячних електростанцій.

Тема 11. Системи накопичення енергії

Типи накопичувачів: літій-іонні, свинцево-кислотні, натрій-сірчані, суперконденсатори. Основні характеристики: ємність, ККД, термін служби, деградація. Показники LCOS. Сценарії застосування: peak-shaving, arbitrage, резервування.

Тема 12. Мікромережі та їх керування

Поняття мікромережі. Топології й архітектури. Методи керування: droop-control, secondary control. Режими острівної роботи. Стабільність напруги й частоти. Приклади промислових мікромереж.

Змістовий модуль 5. Оптимізація та комплексні задачі енергетики

Тема 13. Оптимізаційні моделі

Постановка задач оптимізації в енергетиці. Моделі лінійного та цілочисельного програмування. Demand Response та керування навантаженням. Тарифні стратегії (TOU, CPP). Приклади практичного застосування.

Тема 14. Надійність електроенергетичних систем

Показники SAIFI, SAIDI, ENS. Методи аналізу: дерева відмов, Марковські моделі, Монте-Карло. Розрахунок надійності живлення промислових підприємств. Приклади оцінки резервування.

Тема 15. Інтегрований проєкт

Комплексне інженерно-економічне рішення: потокорозподіл, розрахунок КЗ, аналіз якості електроенергії, вибір електроприводів, інтеграція ВДЕ та ESS. Оптимізаційні моделі управління навантаженнями. Розробка техніко-економічного обґрунтування та плану енергоефективних заходів.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ
«Прикладні задачі енергетики»
(денна форма)

Тема	Кількість, годин, в т. ч.						
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Індивідуальна робота	Тренінг	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Моделі та режимні розрахунки електроенергетичних систем							
Тема 1. Математичні моделі елементів електроенергетичних систем	2	1	-	-	-	7	Поточне оцінювання
Тема 2. Потокорозподіл потужності в електричних мережах	2	1	-	-	-	7	Поточне оцінювання
Тема 3. Розрахунок коротких замикань	2	1	-	-	-	6	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 2. Прикладні задачі електричних мереж і установок							
Тема 4. Вибір перерізів проводів та кабелів	2	1	-	-	-	6	Поточне оцінювання
Тема 5. Компенсація реактивної потужності	2	1	-	1	-	7	Поточне оцінювання
Тема 6. Якість електроенергії та гармоніки	2	1	-	-	-	6	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 3. Перетворювальна техніка та електропривод							
Тема 7. Перетворювальні пристрої	2	1	-	-	2	5	Поточне оцінювання
Тема 8. Частотно-керовані електроприводи	2	1	-	-		6	Поточне оцінювання
Тема 9. Пуск і гальмування асинхронних двигунів	2	1	-	-		7	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 4. Відновлювані джерела енергії та системи накопичення							
Тема 10. Фотоелектричні системи	2	1	-	-	3	6	Поточне оцінювання
Тема 11. Системи накопичення енергії	2	1	-	1		7	Поточне оцінювання
Тема 12. Мікромережі та їх керування	2	-	-			6	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 5. Оптимізація та комплексні задачі енергетики							
Тема 13. Оптимізаційні моделі	2	1	-	-	3	7	Поточне оцінювання
Тема 14. Надійність електроенергетичних систем	2	1	-	1		5	Поточне оцінювання
Тема 15. Інтегрований проєкт	4	1	-	-		5	Поточне оцінювання
Разом	32	14	-	3	8	93	Залік

СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ
«Прикладні задачі енергетики»
(заочна форма)

Тема	Кількість, годин, в т. ч.				
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Моделі та режимні розрахунки електроенергетичних систем					
Тема 1. Математичні моделі елементів електроенергетичних систем	1	-	-	9	-
Тема 2. Потокорозподіл потужності в електричних мережах	1	1	-	9	-
Тема 3. Розрахунок коротких замикань	1	-	-	9	-
Змістовий модуль 2. Прикладні задачі електричних мереж і установок					
Тема 4. Вибір перерізів проводів та кабелів	1	-	-	9	-
Тема 5. Компенсація реактивної потужності	1	1	-	9	-
Тема 6. Якість електроенергії та гармоніки	1	-	-	9	-
Змістовий модуль 3. Перетворювальна техніка та електропривод					
Тема 7. Перетворювальні пристрої	-	-	-	9	-
Тема 8. Частотно-керовані електроприводи	-	1	-	9	-
Тема 9. Пуск і гальмування асинхронних двигунів	-	-	-	9	-
Змістовий модуль 4. Відновлювані джерела енергії та системи накопичення					
Тема 10. Фотоелектричні системи	1	-	-	9	-
Тема 11. Системи накопичення енергії	1	1	-	9	-
Тема 12. Мікромережі та їх керування	1	-	-	9	-
Змістовий модуль 5. Оптимізація та комплексні задачі енергетики					
Тема 13. Оптимізаційні моделі	-	-	-	10	
Тема 14. Надійність електроенергетичних систем	-	-	-	10	-
Тема 15. Інтегрований проєкт	-	-	-	10	-
Разом	8	4	-	138	Залік

5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тема: Математичні моделі елементів ЕЕС

Мета заняття: закріпити знання про побудову еквівалентних схем ліній, трансформаторів, генераторів і двигунів; відпрацювати навички переходу до відносних одиниць.

Питання для обговорення:

1. Еквівалентні схеми ліній (π -схема).
2. Модель трансформатора за даними XX і КЗ.
3. Представлення синхронних та асинхронних машин.
4. Моделі навантажень (ZIP).

5. Переведення у per-unit system.

Тема: Потокорозподіл потужності в електричних мережах

Мета заняття: навчитися виконувати PF-розрахунки різними методами та аналізувати точність результатів.

Питання для обговорення:

1. Складання рівнянь балансу потужності.
2. Алгоритм методу Гаусса–Зейделя.
3. Алгоритм методу Ньютона–Рафсона.
4. Порівняння збіжності й точності.
5. Практика використання MATLAB/ETAP.

Тема: Розрахунок коротких замикань

Мета заняття: відпрацювати обчислення струмів КЗ і перевірку обладнання.

Питання для обговорення:

1. Типи коротких замикань.
2. Метод симетричних складових.
3. Початкові та усталені струми.
4. Тепловий вплив КЗ.
5. Вибір вимикачів і кабелів.

Тема: Вибір перерізів проводів та кабелів

Мета заняття: навчитися підбирати кабелі та проводи за технічними та економічними критеріями.

Питання для обговорення:

1. Допустимі навантаження на кабелі.
2. Розрахунок падіння напруги.
3. Перевірка на нагрів.
4. Економічний критерій.
5. Приклади розрахунків.

Тема: Компенсація реактивної потужності

Мета заняття: сформувати вміння розраховувати оптимальну потужність компенсуючих пристроїв.

Питання для обговорення:

1. Потреба у компенсації.
2. УКРМ.
3. Синхронні компенсатори.
4. SVC, STATCOM.
5. Економічний ефект.

Тема: Якість електроенергії та гармоніки

Мета заняття: навчитися оцінювати показники якості та вибирати засоби їх покращення.

Питання для обговорення:

1. Стандарти якості (EN 50160).

2. Джерела гармонік.
3. Визначення THD.
4. Пасивні фільтри.
5. Активні фільтри.

Тема: Перетворювачі електроенергії

Мета заняття: сформувати навички аналізу характеристик випрямлячів та інверторів.

Питання для обговорення:

1. Класифікація перетворювачів.
2. Випрямлячі.
3. Інвертори.
4. Перетворювачі частоти.
5. Багаторівневі схеми.

Тема: Частотно-керовані приводи

Мета заняття: оцінити енергетичний ефект VFD у промислових системах.

Питання для обговорення:

1. Принцип дії VFD.
2. Закон подібності (Affinity laws).
3. Векторне керування.
4. Приклади економії енергії.
5. Практичні кейси.

Тема: Пуск і гальмування асинхронних двигунів

Мета заняття: навчитися розраховувати пускові режими та підбирати апаратуру.

Питання для обговорення:

1. Прямий пуск.
2. Пуск через зниження напруги.
3. Soft-starter.
4. VFD у пускових режимах.
5. Вплив на мережу.

Тема: Фотоелектричні системи

Мета заняття: навчитися розраховувати параметри PV-систем і вплив на мережу.

Питання для обговорення:

1. PV-модулі.
2. Інвертори та MPPT.
3. Розрахунок генерації.
4. Підключення до мережі.
5. Вплив на профіль навантаження.

Тема: Системи накопичення енергії

Мета заняття: розрахувати параметри ESS для різних режимів роботи.

Питання для обговорення:

1. Типи накопичувачів.
2. Ємність і ККД.
3. Peak-shaving.
4. Arbitrage.
5. LCOS.

Тема: Оптимізаційні моделі

Мета заняття: навчитися формувати оптимізаційні задачі для управління навантаженнями.

Питання для обговорення:

1. Постановка задач.
2. Лінійне програмування.
3. Цілочисельне програмування.
4. Demand Response.
5. Тарифні стратегії.

Тема: Надійність електроенергетичних систем

Мета заняття: засвоїти методи аналізу надійності електропостачання підприємства.

Питання для обговорення:

1. Показники SAIFI, SAIDI, ENS.
2. Древа відмов.
3. Марковські моделі.
4. Монте-Карло.
5. Приклади оцінки резервування.

Тема: Інтегрований проєкт

Мета заняття: виконати комплексне інженерно-економічне рішення для підприємства.

Питання для обговорення:

1. Потокорозподіл.
2. Короткі замикання.
3. Компенсація реактивної потужності.
4. Інтеграція PV і ESS.
5. Оптимізація й економічна оцінка.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГУ

Тема тренінгу: Розв'язання прикладних задач енергетики з інтеграцією сучасних технологій

Мета тренінгу: сформувати у здобувачів практичні навички комплексного застосування математичних моделей, методів потокорозподілу, розрахунків коротких замикань, аналізу якості електроенергії, вибору обладнання, роботи електроприводів, інтеграції відновлюваних джерел енергії та систем накопичення з метою підвищення ефективності та надійності електроенергетичних систем.

Форма проведення: інтерактивний тренінг у форматі ділової гри з моделюванням діяльності інженерів-енергетиків, проектувальників та менеджменту підприємства.

Структура та зміст тренінгу

1. Вступна частина – ознайомлення з метою тренінгу, розподіл ролей у командах («інженери-розрахівники», «проектувальники», «менеджери»).
2. Аналіз вихідних даних – формування вхідних параметрів системи (схеми мережі, профілі навантажень, початкові характеристики обладнання).
3. Розрахунки режимів – виконання поточкорозподілу та визначення струмів коротких замикань, оцінка напруг і втрат у мережі.
4. Виявлення проблемних зон – визначення перевантажених ділянок, зон з підвищеними втратами, проблем з якістю електроенергії.
5. Розробка технічних рішень – пропозиції з оптимізації: вибір кабелів та апаратури, компенсація реактивної потужності, використання VFD для електроприводів, інтеграція PV-систем та ESS.
6. Оптимізація та економічне обґрунтування – застосування оптимізаційних моделей; розрахунок економічної доцільності рішень.
7. Презентація результатів – захист командних проєктів із комплексним техніко-економічним обґрунтуванням перед аудиторією.
8. Підсумкова частина – узагальнення результатів, оцінка рішень, рекомендації викладача, виставлення балів.

Очікувані результати тренінгу:

- уміння виконувати повний цикл розрахунків прикладних задач енергетики;
- навички виявлення технічних проблем та формування інженерних рішень;
- здатність інтегрувати ВДЕ та ESS у систему підприємства;
- уміння застосовувати оптимізаційні та економіко-математичні методи;
- розвиток командної взаємодії та презентаційних навичок.

Критерії оцінювання результатів проходження тренінгу (100-бальна система):

- 90–100 балів – у повному обсязі володіє матеріалом, самостійно й аргументовано застосовує його; демонструє глибокий аналіз, творчий підхід і високий рівень командної роботи.
- 75–89 балів – достатньо повно володіє матеріалом, але окремим рішенням бракує глибини; допускаються несуттєві неточності.
- 65–74 бали – володіє матеріалом на базовому рівні, із суттєвими неточностями; аналіз поверховий.
- 60–64 бали – знання фрагментарні, без аргументованості; завдання виконано поверхово.
- 1–59 балів – не володіє матеріалом; рішення не обґрунтовані; відсутні як теоретичні знання, так і практичні навички.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними й прикладними аспектами розв'язання прикладних задач в електроенергетиці.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння здобувачами навчального матеріалу в позааудиторний час. Обсяг і зміст самостійної роботи визначається

робочою програмою та навчальним планом у межах встановленого обсягу годин із навчальної дисципліни, а також методичними вказівками викладача.

Самостійна робота здобувача забезпечується системою навчально-методичних засобів: конспектами лекцій, підручниками, навчальними й методичними посібниками, монографічною літературою та сучасною періодикою.

Навчальний матеріал, передбачений навчальним планом для самостійного опрацювання, виноситься на підсумковий контроль поряд із матеріалом, опрацьованим на лекційних і практичних заняттях. Викладач здійснює перевірку якості виконання самостійної роботи під час індивідуальних консультацій.

Завдання виконує кожен здобувач шляхом підготовки творчої роботи у вигляді реферату з презентацією згідно із рекомендованою тематикою (розподіляється за порядковим номером у журналі). Темі рефератів охоплюють ключові аспекти моделювання, розрахунків та технічних рішень у галузі прикладної енергетики, дозволяючи студентам глибше дослідити проблематику й розвивати критичне мислення.

Реферат – це завершена теоретична робота з конкретної проблематики (теми) в межах навчальної програми. Виконується самостійно за консультаційної підтримки викладача, подається за два тижні до заліку, захищається у вигляді усного звіту з презентацією.

Основні вимоги до оформлення

- Обсяг: до 10 сторінок основного тексту.
- Шрифт: Times New Roman, 14 пт.
- Інтервал: 1,5.
- Поля: верхнє і нижнє – 20 мм, ліве – 30 мм, праве – 10 мм.
- Вирівнювання: по ширині.
- Нумерація: зверху праворуч, починаючи з другої сторінки.
- Структура: титульний аркуш, зміст, вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел, додатки (за потреби).
- Посилання: у квадратних дужках або підрядкові примітки, згідно з обраним стандартом (ДСТУ, АРА тощо).
- Ілюстрації й таблиці: обов'язково нумеруються та підписуються («Таблиця 1 – Назва», «Рисунок 1 – Назва»).

Орієнтовна тематика самостійної роботи:

1. Нормативно-правове забезпечення режимних розрахунків і експлуатації електроенергетичних систем (ІЕС, EN, ДСТУ).
2. Методи побудови математичних моделей елементів ЕЕС.
3. Потокорозподіл потужності: алгоритми та програмні комплекси.
4. Розрахунок струмів коротких замикань за стандартами ІЕС та ДСТУ.
5. Методи визначення економічного перерізу проводів і кабелів.
6. Компенсація реактивної потужності: технічні рішення та економічні ефекти.
7. Показники якості електроенергії (EN 50160) та методи їх забезпечення.
8. Аналіз гармонічних спотворень та застосування активних фільтрів.
9. Перетворювачі електроенергії: багаторівневі топології та ефективність.
10. Частотно-керовані приводи: принципи керування та енергетичний ефект.
11. Методи пуску та гальмування асинхронних двигунів.
12. Фотоелектричні системи: розрахунок генерації та вплив на мережу.

13. Системи накопичення енергії: технічні характеристики та економічні аспекти.
14. Мікромережі: архітектура, керування, острівний режим.
15. Оптимізаційні моделі в енергетиці: LP, MILP, сценарний аналіз.
16. Надійність електроенергетичних систем: показники та методи аналізу.
17. Інтегровані проєкти в енергетиці: комплексні рішення для підприємств.

Критерії оцінювання результатів самостійної роботи (100-бальна система)

- 90–100 балів – робота повністю відповідає вимогам, містить елементи самостійного дослідження, свідчить про високий рівень опанування матеріалу; студент демонструє творчий підхід.
- 75–89 балів – робота в основному відповідає вимогам, містить незначні недоліки; свідчить про належний рівень опанування матеріалу; творчий підхід наявний.
- 60–74 бали – завдання виконані на недостатньому рівні; аргументація слабка; є помилки; рівень засвоєння матеріалу середній.
- 1–59 балів – завдання практично не виконано; відсутні авторські напрацювання; рівень знань низький; творчий підхід відсутній.

Оцінювання результатів самостійної роботи студентів заочної форми навчання здійснюється під час складання підсумкового контролю.

8. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Прикладні задачі енергетики» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання;
- проміжне модульне оцінювання;
- оцінювання результатів проходження тренінгу;
- оцінювання результатів самостійної роботи.

9. ПОЛІТИКА ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ТА ВІДВІДУВАННЯ

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

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

Політика щодо відвідування: За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

10. Політика щодо визнання 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.

11. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

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

Структура залікового кредиту для студентів (залік) %:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40 %	40 %	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Середній бал за результатами поточного оцінювання за всіма темами курсу	Письмова робота за всіма темами курсу: 10 тестів по 3 бали; теоретичне питання - 30 балів; 2 задачі по 20 балів	Середній бал за результатами виконання завдань тренінгу	Середній бал за результатами виконання завдань з самостійної роботи

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;

0-59 балів – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст теоретичних питань.

Модульна робота — це форма контролю рівня засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з усіх тем курсу. Її максимальна оцінка становить 100 балів, які розподіляються за видами завдань таким чином:

- одне теоретичне питання – 30 балів;
- 10 тестових запитань по 3 бали кожне – 30 балів;
- дві практичні задачі по 20 балів кожна – 40 балів.

Модульна робота складається із:

1. Теоретичне питання (30 балів):

2 теоретичних питання, за відповідь на які здобувач освіти може отримати від 0 до 50 балів.

- 25–30 балів – здобувач у повному обсязі володіє матеріалом, логічно, послідовно та аргументовано розкриває зміст питання, демонструє самостійність мислення, робить узагальнення та висновки.
- 15-24 бали – здобувач достатньо володіє матеріалом, але відповідь має поверховий характер, бракує аргументації або глибини розкриття.
- 0-14 балів – відповідь фрагментарна, з наявними суттєвими неточностями або помилками, без належного логічного обґрунтування.

2. Тестові завдання (30 балів)

- 10 тестів, кожен оцінюється у 3 бали.
- 3 бали – правильна відповідь,
- 0 балів – неправильна або відсутня відповідь.

3. Практичні задачі ($2 \times 20 = 40$ балів)

- 15-20 балів – здобувач правильно розв'язує задачу, застосовує відповідні методи, робить обґрунтовані розрахунки та висновки, демонструє повне розуміння практичного аспекту теми.
- 8-14 балів – розв'язання в основному правильне, але містить незначні неточності або часткову відсутність обґрунтування.
- 0-7 балів — розв'язання неповне, з грубими помилками, без аргументації, відсутня логіка виконання або висновки не відповідають завданню.

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)

12. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1-15
2.	Екран проєкційний	1-15
3.	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-15

4.	Телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox).	1-15
5.	Комунікаційна навчальна платформа Moodle для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-15
6.	Комунікаційне програмне забезпечення Zoom для проведення занять в режимі on-line (за необхідності)	1-15
7.	Програмне забезпечення базових інформаційних технологій: ОС Windows, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)	1-15
8.	Спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання та аналізу електроенергетичних систем (MATLAB/Simulink, DIgSILENT PowerFactory, ETAP, PSCAD)	2-15
9.	Вимірювальні прилади для оцінки параметрів якості електроенергії (осцилографи, аналізатори гармонік, мультиметри)	6, 13-14
10.	Лабораторні стенди з електроприводів і перетворювальної техніки	7-9
11.	Тренажери та навчальні макети фотоелектричних систем і систем накопичення енергії	10-11

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Карпов Ю. О., Кацив С. Ш., Кухарчук В. В. Теоретичні основи електротехніки. Комп'ютерні розрахунки та моделювання лінійних електричних кіл : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 212 с. (<http://kaciv.vk.vntu.edu.ua/file/e1182cb690283b11bfb08317c27ecfda.pdf>)
2. Хоменко О. В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем: навч. посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 109 с.
3. Кириленко О.Б., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник. 2-ге вид. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 608 с.
4. Сивокобиленко В.Ф. Математичне моделювання в електротехніці і енергетиці: навчальний посібник. Донецьк: РВА ДонНТУ, 2005. 350 с.
5. Маліновський А. А., Музичак А. З. Математичні задачі систем енергозабезпечення та їх алгоритмізація : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 284 с. Допоміжна
6. Бурбело М.Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 185 с.
7. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. Львів: Вища школа, 1989. 464 с.
8. Перхач В.С., Скрипник О.І. Обчислювальна техніка в електроенергетичних розрахунках. Львів, 1992. 430 с.
9. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. К.: Вища школа, 1992. 439 с.
10. Методичні вказівки до практичних робіт з навчальної дисципліни «Математичні задачі електроенергетики» (для студентів денної та заочної форм навчання, а також слухачів другої вищої освіти зі спеціальності 141 — Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. В. Г. Ягуп. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 18 с.
11. Міністерство енергетики України (Міненерго). URL: <https://mev.gov.ua>.
12. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). URL: <https://www.nerc.gov.ua>.
13. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Мінпаливенерго України. Київ, 2006 (із змінами).
14. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Мінпаливенерго України. Чинна редакція. Київ, 2017.
15. Arrillaga J., Watson N. R. Power System Harmonics. 2nd ed. Chichester : Wiley, 2003. 380 p.
16. Boldea I. Variable Speed Drives: A Basic Guide to Performance Evaluation. Boca Raton : CRC Press, 2006. 278 p.
17. Bollen M. H. J. Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions. New York : IEEE Press, 2000. 544 p.
18. Dugan R. C., McGranaghan M. F., Santoso S., Beaty H. W. Electrical Power Systems Quality. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 2012. 546 p.
19. Electric Power Systems Research. Amsterdam : Elsevier, 1977—.
20. Energies. Basel : MDPI, 2008—.

- 21.ENTSO-E. European Network of Transmission System Operators for Electricity.
URL: <https://www.entsoe.eu>.
- 22.Fuchs E. F., Masoum M. A. S. Power Quality in Power Systems and Electrical Machines. 2nd ed. Amsterdam : Academic Press, 2015. 664 p.
- 23.Glover J. D., Sarma M. S., Overbye T. J. Power System Analysis and Design. 6th ed. Boston : Cengage Learning, 2016. 864 p.
- 24.Grainger J. J., Stevenson W. D. Power System Analysis. New York : McGraw-Hill, 1994. 784 p.
- 25.Hatziargyriou N. (ed.). Microgrids: Architectures and Control. Hoboken : Wiley-IEEE Press, 2014. 340 p.
- 26.IEC 60909-0:2016. Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents. Geneva : IEC, 2016.
- 27.IEEE Std 519-2014. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. New York : IEEE, 2014.
- 28.IEEE Transactions on Power Systems. New York : IEEE, 1986–.
- 29.ISO 50001:2018. Energy management systems – Requirements with guidance for use. Geneva : ISO, 2018.
- 30.Kundur P. Power System Stability and Control. New York : McGraw-Hill, 1994. 1200 p.
- 31.Leonhard W. Control of Electrical Drives. 3rd ed. Berlin : Springer, 2001. 420 p.
- 32.Masters G. M. Renewable and Efficient Electric Power Systems. 2nd ed. Hoboken : Wiley, 2013. 720 p.
- 33.Mohan N., Undeland T. M., Robbins W. P. Power Electronics: Converters, Applications, and Design. 3rd ed. New York : Wiley, 2002. 832 p.
- 34.Rashid M. H. Power Electronics: Circuits, Devices and Applications. 4th ed. Boston : Pearson, 2013. 960 p.
- 35.Renewable Energy. Amsterdam : Elsevier, 1989–.
- 36.Saadat H. Power System Analysis. 3rd ed. PSA Publishing, 2010. 735 p.
- 37.Ter-Gazarian A. Energy Storage for Power Systems. 2nd ed. London : IET, 2011. 300 p.
- 38.Wood A. J., Wollenberg B. F., Sheblé G. B. Power Generation, Operation, and Control. 3rd ed. Hoboken : Wiley-IEEE Press, 2013. 789 p.
- 39.Zhu J. Optimization of Power System Operation. 2nd ed. Hoboken : Wiley-IEEE Press, 2015. 664 p.