



Математичні задачі енергетики

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки. Нормативні компоненти освітньої програми
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	300 годин / 10 кредитів ECTS/ (72 години лекцій, 36 годин практичних занять, 36 годин лабораторних занять)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 години) 2 рази на тиждень; 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторне заняття (2 години) 1 раз на тиждень.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. доцент ХОМЕНКО Олег Володимирович, 050 4438044 Практичні заняття: : асистент ГУЛИЙ Володимир Сергійович, 050 5872798 Лабораторні роботи: асистент ГУЛИЙ Володимир Сергійович, 050 5872798
Розміщення курсу	Google Classroom https://classroom.google.com/c/Njl3ODM3MDY3NjEx?cjc=3ox5efv

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Математичні задачі енергетики» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (K01) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K23) здатність правильно формулювати та розв'язувати математичні задачі в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем; (K026) здатність розуміти математичні підходи до принципів автоматичного регулювання в енергетичних системах, особливості функціонування пристроїв регулювання.

Предмет навчальної дисципліни - структура математичної моделі електроенергетичної системи (ЕЕС); схеми заміщення основних елементів ЕЕС і системи в цілому; способи обчислення параметрів схем заміщення елементів ЕЕС; рівняння усталеного режиму ЕЕС у формі балансу струмів, форми їх запису; рівняння усталеного режиму ЕЕС у формі балансу потужностей, форми їх запису; методи розв'язання лінійних рівнянь усталеного режиму; методи розв'язання нелінійних систем рівнянь усталеного режиму; способи обчислення параметрів режиму - струмів, потоків потужностей, втрат потужностей тощо; способи аналізу параметрів режиму. Оптиміальні режими роботи ЕЕС і методи їх визначення.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: (ПР01) знати і розуміти принципи роботи електричних систем і мереж, силового обладнання електричних станцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР07) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПР19) застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (ПР21) знати і розуміти основні положення теорії автоматичного керування, особливості застосування різних способів регулювання параметрів режимів електричних мереж та електроенергетичних систем у застосуванні до задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем; (ПР24) вміти розробляти алгоритми вирішення задач в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням математичного апарату та сучасного програмного забезпечення; (ПР27) Створювати математичні моделі електроенергетичного обладнання та визначати режимні параметри процесів, які мають місце в електричних мережах та електроенергетичних системах в перехідних та ustalених режимах.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Обчислювальна техніка та програмування», «Обчислювальні методи та алгоритмізація». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни «Теорія автоматичного керування» та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розподілена на 2 частини, а саме:

Частина 1. Моделювання і аналіз ustalених режимів роботи електроенергетичних систем (ЕЕС).

Складається із 3-х розділів:

1. Моделювання схем електричних мереж

Тема 1.1.1. Моделювання ЕЕС. Загальні положення;

Тема 1.1.2. Основні елементи електричних мереж та схеми їх заміщення;

Тема 1.1.3. Представлення вузлів генерації і навантаження, комутаційних апаратів в схемах заміщення;

Тема 1.1.4. Схема заміщення електричної мережі.

2. Формування математичної моделі режимів роботи електричної мережі

Тема 1.2.1. Комп'ютерне моделювання режимів електричної мережі

Тема 1.2.2. Рівняння ustalеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей

Тема 1.2.3. Матрична форма запису систем рівнянь ustalеного режиму

3. Математичні методи розв'язання систем рівнянь ustalеного режиму

Тема 1.3.1. Системи лінійних рівнянь ustalеного режиму

Тема 1.3.2. Розв'язання системи лінійних рівнянь ustalеного режиму

Тема 1.3.3. Обернення матриці коефіцієнтів системи рівнянь ustalеного режиму

Тема 1.3.4. Загальна характеристика ітераційних методів

Тема 1.3.5. Методи ітерації і Зейделя.

Тема 1.3.6. Методи Ньютона і Ньютона-Рафсона

Тема 1.3.7. Формування системи рівнянь усталеного режиму для розв'язання її методом Ньютона-Рафсона

Тема 1.3.8. Застосування методу Ньютона – Рафсона для розв'язання системи рівнянь усталеного режиму

Тема 1.3.9. Організація обчислення усталеного режиму електричної мережі методом Ньютона-Рафсона

Тема 1.3.10. Заключні обчислення параметрів режиму електричної мережі

Тема 1.3.11. Моделювання і аналіз режимів роботи розімкнених електричних мереж.

Частина 2. Оптимізація режимів роботи ЕЕС.

Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики

Складається із **2-х розділів:**

1. Оптимізація режимів роботи ЕЕС

Тема 2.1.1. Задачі оптимізації режимів роботи ЕЕС;

Тема 2.1.2. Математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС;

Тема 2.1.3. Основні визначення

Тема 2.1.4. Обмеження при оптимізації усталених режимів ЕЕС

Тема 2.1.5. Урахування обмежень у вигляді рівнянь

Тема 2.1.6. Урахування обмежень у вигляді нерівностей

Тема 2.1.7. Методи оптимізації режимів роботи енергосистем

Тема 2.1.8. Приклад розв'язання задачі оптимізації

Тема 2.1.9. Застосування градієнтних методів для оптимізації режимів енергосистем

Тема 2.1.10. Визначення складових вектора-градієнта

Тема 2.1.11. Оптимізація розподілу реактивних потужностей градієнтним методом.

2. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики

Тема 2.2.1. Визначення закону розподілення ймовірностей

Тема 2.2.2. Статистичні числові характеристики

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Методичні вказівки «Математичні задачі енергетики» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності І41 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Укл.: І.О. Переверзєв, В.В. Зінзура – Кропивницький: ЦНТУ, 2018 – 73 с.

<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8151/1/MathTasks%20Energ.pdf>

2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.

3. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / 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.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48808/1/Elektrychni_merezhi_ta_systemy.pdf
4. Журахівський, А. В., Яцейко А.Я., Бахор З.М. Оптимізація режимів електроенергетичних систем : навч. посібник для вузів / А. В. Журахівський та ін. ; Держ. ун-т "Львівська політехніка - Львів , 2018. - 180 с.
5. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В.Галайко.–Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
<http://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/629/1/теорія%20ймовірностей%20підручник.pdf>

Додаткові:

6. Математичні задачі енергетики. Частина 1: Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. І. Сікорського; укладач: О.В. Хоменко. - Електронні текстові дані (1 файл: 4,473 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 108 с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/49048>
7. Математичні задачі енергетики. Частина 1 [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання практичних занять / НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» ; уклад. О.В. Хоменко, В.С. Гулий. – Київ : НТУУ «КПІ», 2017. – 88 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19869>

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)
	Частина 1 Розділ 1. Моделювання схем електричних мереж
1	Тема 1.1.1. Моделювання ЕЕС. Загальні положення. <u>Основні питання:</u> Поняття моделі. Види моделей. Об'єкт моделювання ЕЕС. Структура моделі ЕЕС. Етапи побудови моделей ЕЕС. <u>Літературні джерела:</u> [1, 3, 6]
2.	Тема 1.1.2. Основні елементи електричних мереж та схеми їх заміщення. <u>Основні питання:</u> Загальні визначення і припущення. Схеми заміщення ЛЕП і трансформаторів. Параметри режиму при моделюванні цих елементів електричної мережі . <u>Літературні джерела:</u> [1, 4, 5]
3.	Тема 1.1.3. Представлення вузлів генерації і навантаження, комутаційних апаратів в схемах заміщення. <u>Основні питання:</u> Параметри режиму при моделюванні цих елементів. <u>Літературні джерела:</u> [1, 2]
4.	Тема 1.1.4. Схема заміщення електричної мережі.

	<u>Основні питання:</u> Обчислення параметрів елементів схем заміщення. Розрахункова схема електричної мережі. Літературні джерела: [1, 2]
	Частина 1 Розділ 2. Формування математичної моделі режимів роботи електричної мережі
5.	Тема 1.2.1. Комп'ютерне моделювання режимів електричної мережі. <u>Основні питання:</u> Основні задачі моделювання. Вихідні дані та результати обчислень. Аналіз вхідної та вихідної інформації. Літературні джерела: [1, 3]
6.	Тема 1.2.2. Рівняння усталеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей. <u>Основні питання:</u> Вихідні положення. Виведення рівнянь усталеного режиму. Варіанти запису рівнянь усталеного режиму. Рівняння усталеного режиму у формі з розділенням комплексів в полярній системі координат. Рівняння усталеного режиму у прямокутній системі координат. Приклади. Літературні джерела: [1, 4, 5]
7.	Тема 1.2.3. Матрична форма запису систем рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> Варіанти запису. Матриця провідностей і її властивості. Перетворення системи рівнянь. Приклади. Літературні джерела: [1, 2]
	Частина 1 Розділ 3. Математичні методи розв'язання систем рівнянь усталеного режиму
8.	Тема 1.3.1. Системи лінійних рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> Розв'язання СЛР методами упорядкованого виключення невідомих (метод Гауса). Приклади розв'язання систем рівнянь Літературні джерела: [1, 4, 5]
9.	Тема 1.3.2. Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> методи факторизації (подвійна факторизація). Приклади розв'язання систем рівнянь. Літературні джерела: [1, 4, 5]
10.	Тема 1.3.3. Обернення матриці коефіцієнтів системи рівнянь усталеного режиму <u>Основні питання:</u> методи на основі упорядкованого виключення невідомих. Приклади. Літературні джерела: [1, 4, 5]
11.	Тема 1.3.4. Загальна характеристика ітераційних методів. <u>Основні питання:</u> Збіжність методів. Перетворення вихідної системи рівнянь. Узагальнений алгоритм ітераційних методів. Літературні джерела: [1, 4, 5]
12.	Тема 1.3.5. Методи ітерації і Зейделя. <u>Основні питання:</u> Розв'язання систем нелінійних рівнянь усталеного режиму ітераційним методом Зейделя. Суть методу Зейделя. Алгоритм. Приклади. Літературні джерела: [1, 4]
13.	Тема 1.3.6. Методи Ньютона і Ньютона-Рафсона. <u>Основні питання:</u> Постановка задачі. Суть методів. Виведення основних співвідношень. Загальні алгоритми методів. Приклади. Літературні джерела: [1, 4, 5]
14.	Тема 1.3.7. Формування системи рівнянь усталеного режиму для розв'язання її методом Ньютона-Рафсона. <u>Основні питання:</u> Рівняння усталеного режиму у формі нев'язок. Структура лінеаризованої систем рівнянь. Матриця Якобі і формули для обчислення її елементів.

	<i>Літературні джерела: [1, 4]</i>
15.	Тема 1.3.8. Застосування методу Ньютона – Рафсона для розв’язання системи рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> Загальний алгоритм обчислень. Вхідні і вихідні дані. Приклади. <i>Літературні джерела: [1, 5]</i>
16.	Тема 1.3.9. Організація обчислення усталеного режиму електричної мережі методом Ньютона-Рафсона. <u>Основні питання:</u> Структура матриці Якобі, вектора поправок до невідомих, вектора нев’язок. <i>Літературні джерела: [4,5]</i>
17.	Тема 1.3.10. Заклучні обчислення параметрів режиму електричної мережі. <u>Основні питання:</u> Обчислення струмів і потоків потужностей у ділянках електричної мережі, ін’єкцій струмів і потужностей у вузлах електричної мережі. Обчислення втрат потужності в елементах електричної мережі. Сумарні втрати потужності. Баланс потужностей. <i>Літературні джерела: [2, 3]</i>
18.	Тема 1.3.11. Моделювання і аналіз режимів роботи розімкнених електричних мереж. <u>Основні питання:</u> Визначення струморозподілу, потокорозподілу, вузлових напруг. Приклади. <i>Літературні джерела: [1, 5]</i>
	Частина 2 Розділ 1. Оптимізація режимів роботи ЕЕС
19	Тема 2.1.1. Задачі оптимізації режимів роботи ЕЕС. <u>Основні питання:</u> Основні задачі оптимального управління електроенергетичним системами. Пошук екстремумів функцій. Основні визначення. <i>Літературні джерела: [1, 5]</i>
20	Тема 2.1.2. Математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС. <u>Основні питання:</u> Математичні моделі оптимізації режимів електроенергетичних систем. Загальні положення. Постановка задачі оптимізації режиму. <i>Літературні джерела: [5]</i>
21	Тема 2.1.3. Основні визначення. <u>Основні питання:</u> Цільова функція. Залежні і незалежні параметри режиму. Управляючі параметри. Приклади. <i>Літературні джерела: [5]</i>
22	Тема 2.1.4. Обмеження при оптимізації усталених режимів ЕЕС. <u>Основні питання:</u> Обмеження при оптимізації усталеного режиму. Загальні положення. Обмеження у вигляді рівнянь і у вигляді нерівностей. Приклади. <i>Літературні джерела: [5]</i>
23.	Тема 2.1.5. Урахування обмежень у вигляді рівнянь. <u>Основні питання:</u> Метод Лагранжа. Приклади. <i>Літературні джерела: [5]</i>
24	Тема 2.1.6. Урахування обмежень у вигляді нерівностей. <u>Основні питання:</u> Метод штрафних функцій. Штрафні функції. Приклади. <i>Літературні джерела: [5]</i>
25	Тема 2.1.7. Методи оптимізації режимів роботи енергосистем. <u>Основні питання:</u> Оптимальний розподіл активних потужностей електростанцій методом Лагранжа. Постановка задачі. Основні співвідношення. Алгоритм. <i>Літературні джерела: [5]</i>

26.	Тема 2.1.8. Приклад розв'язання задачі оптимізації. <u>Основні питання:</u> Приклад розв'язання задачі оптимізації розподілу активних потужностей методом Лагранжа. Методи визначення відносних приростів втрат потужностей. <u>Літературні джерела:</u> [5]
27	Тема 2.1.9. Застосування градієнтних методів для оптимізації режимів енергосистем. <u>Основні питання:</u> Основні визначення градієнтних методів. Загальні положення. Градієнтний метод оптимізації режимів. Загальний алгоритм метода. Графічна інтерпретація. <u>Літературні джерела:</u> [5]
28	Тема 2.1.10. Визначення складових вектора-градієнта. <u>Основні питання:</u> Метод чисельного диференціювання, аналітичний метод. <u>Літературні джерела:</u> [5]
29.	Тема 2.1.11. Оптимізація розподілу реактивних потужностей градієнтним методом. <u>Основні питання:</u> Постановка задачі, загальний алгоритм, приклади. <u>Літературні джерела:</u> [5]
	Частина 2 Розділ 2. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики
30	Тема 2.2.1. Визначення закону розподілення ймовірностей. <u>Основні питання:</u> Визначення закону розподілення ймовірностей випадкових величин на основі статистичних даних. Формування статистичного ряду. Тема 2.2.2. Статистичні числові характеристики. <u>Основні питання:</u> Обчислення статистичних числових характеристик. Вирівнювання статистичних рядів. <u>Літературні джерела:</u> [6]

Лабораторні заняття

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість ауд. годин
1	Формування математичної моделі електричної мережі <u>Літературні джерела:</u> [2, 4]	8
2	Аналіз прямих методів моделювання усталених режимів роботи електричних мереж <u>Літературні джерела:</u> [4]	6
3	Аналіз ітераційних методів моделювання усталених режимів роботи електричних мереж <u>Літературні джерела:</u> [4]	8
4	Оптимізація усталених режимів роботи електричної мережі <u>Літературні джерела:</u> [5]	8
5	Аналіз статистичної інформації про режими роботи ЕЕС <u>Літературні джерела:</u> [6]	6
	ЗАГАЛОМ	36

Практичні заняття

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Формування схеми заміщення і розрахункової схеми електричної	2

	мережі. Обчислення параметрів елементів схеми заміщення. Літературні джерела: [5]	
2	Обчислення власних і взаємних провідностей вузлів електричної мережі. Складання рівнянь усталеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей Літературні джерела: [5]	4
3	Матриця провідностей. Формування системи рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Літературні джерела: [5]	4
4	Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Гауса. Літературні джерела: [5]	4
5	Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод подвійної факторизації. Літературні джерела: [5]	4
6	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Зейделя. Літературні джерела: [5]	4
7	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона. Етап 1: Підготовчі перетворення системи рівнянь. Літературні джерела: [5]	4
8	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона. Етап 2: Реалізація алгоритму метода. Літературні джерела: [5]	6
9	Обчислення параметрів режиму роботи електричної мережі. Літературні джерела: [5]	4
	ЗАГАЛОМ	36

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1, 3, 4, 6]	60
2	Підготовка до практичних занять Літературні джерела: [5]	36
3	Підготовка до лабораторних робіт	20
3	Підготовка до МКР Літературні джерела: [4, 5]	10
4	Підготовка до екзамену	30
	Разом	156

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому

числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до PCO даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних, лабораторних та практичних заняттях;

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, передбачені PCO дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання 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 матеріалів та складанні контрольних заходів з дисципліни «Математичні задачі енергетики»
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: МКР, розв'язання практичних задач, лабораторні роботи.

Календарний контроль: провадиться два рази в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені всі практичні завдання, виконані та захищені всі лабораторні роботи, семестровий рейтинг більше 30 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

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

- виконання та захист практичних завдань;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

<i>Виконання та захист лабораторних робіт</i>	<i>Виконання та захист практичних завдань</i>	<i>МКР</i>	<i>Rc</i>	<i>Рекз</i>	<i>R</i>
<i>20</i>	<i>27</i>	<i>3</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>100</i>

Виконання та захист практичних завдань

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів за всі практичні завдання– 3 бали * 9 = 27 балів.

Критерії оцінювання

- *самостійне правильне виконання обчислень, оформлення результатів – 2;*
- *повні і правильні відповіді на запитання за темою практичного завдання – 1.*

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 4.

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

Критерії оцінювання

- *самостійне правильне виконання роботи, оформлення результатів – 2;*
- *повні і правильні відповіді на запитання за темою лабораторної роботи – 2.*

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з практичних завдань.

Виконується в 2 етапи календарного контролю.

Ваговий бал завдань першого етапу

– 2 бали;

Ваговий бал завдань другого етапу

– 1 бал;

Максимальний бал за МКР – 3 бали.

Критерії оцінювання

- *правильне розв’язання завдань – 100% від кількості балів за завдання;*
- *часткове розв’язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;*
- *часткове розв’язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;*
- *відсутність відповіді – 0 балів.*

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

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних питань і однієї задачі.

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену $R_3 = 50$ балів.

Рейтинг екзамену $R_3 = 33 - 50$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_3 = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об’єктах, які вивчав.

Рейтинг екзамену $R_3 = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних динамічних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_3 \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів моделювання складних динамічних систем, не може

виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,
к.т.н. Хоменко О.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 3
від 24.09.2025 р.)

Погоджено Навчально-методичною комісією факультету електроенерготехніки та
автоматики (протокол №1 від 25.09.2025р.)