



# Математичні задачі енергетики

## Силабус освітнього компоненту

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>Цикл професійної підготовки. Нормативні компоненти освітньої програми</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>315 годин / 10,5 кредити ECTS/ (72 години лекцій, 36 годин практичних занять, 36 годин лабораторних занять)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> <i>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.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н. доцент ХОМЕНКО Олег Володимирович, 050 4438044</i> Практичні заняття: <i>асистент ГУЛИЙ Володимир Сергійович, 050 5872798</i> Лабораторні роботи: <i>асистент ГУЛИЙ Володимир Сергійович, 050 5872798</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom</i> <a href="https://classroom.google.com/c/MTU4ODM1NTAxMTk4?cjc=swecwc6">https://classroom.google.com/c/MTU4ODM1NTAxMTk4?cjc=swecwc6</a> <a href="https://classroom.google.com/c/MTQ1OTMyNjg3Mjk0?cjc=5geofr3">https://classroom.google.com/c/MTQ1OTMyNjg3Mjk0?cjc=5geofr3</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання 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. Оптимальні 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 додатні 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 усталених 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 усталених 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 усталеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей*

*Тема 1.2.3. Матрична форма запису систем рівнянь усталеного режиму*

#### 3. Математичні методи розв'язання систем рівнянь усталеного режиму

*Тема 1.3.1. Системи лінійних рівнянь усталеного режиму*

*Тема 1.3.2. Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму*

*Тема 1.3.3. Обернення матриці коефіцієнтів системи рівнянь усталеного 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 теорії ймовірностей і математичної статистики в задачах електроенергетики**

*Складається із 3-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 теорії ймовірностей в задачах електроенергетики**

*Тема 2.2.1. Основні визначення теорії ймовірностей*

*Тема 2.2.2. Незалежні і залежні випадкові події*

*Тема 2.2.3. Формула Бернуллі. Локальна теорема Лапласа.*

*Тема 2.2.4. Випадкові величини*

*Тема 2.2.5. Закони розподілення ймовірностей випадкових величин.*

#### **3. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики**

Тема 2.3.1. Визначення закону розподілення ймовірностей

Тема 2.3.2. 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 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Укл.: І.О. Переверзев, 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 данні (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](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 данні (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)
	<b>Частина 1</b> <b>Розділ 1. Моделювання схем електричних мереж</b>
1	<b>Тема 1.1.1. Моделювання ЕЕС. Загальні положення.</b> <u>Основні питання:</u> Поняття моделі. Види моделей. Об'єкт моделювання ЕЕС. Структура моделі ЕЕС. Етапи побудови моделей ЕЕС.

	<i>Літературні джерела: [1, 3, 6]</i>
2.	<b>Тема 1.1.2.</b> 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. <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
3.	<b>Тема 1.1.3.</b> Представлення вузлів генерації і навантаження, комутаційних апаратів в схемах заміщення. <u>Основні питання:</u> Параметри режиму при моделюванні цих елементів. <i>Літературні джерела: [1, 2]</i>
4.	<b>Тема 1.1.4.</b> Схема заміщення електричної мережі. <u>Основні питання:</u> Обчислення параметрів елементів схем заміщення. Розрахункова схема електричної мережі. <i>Літературні джерела: [1, 2]</i>
	<b>Частина 1</b>
	<b>Розділ 2. Формування математичної моделі режимів роботи електричної мережі</b>
5.	<b>Тема 1.2.1.</b> Комп'ютерне моделювання режимів електричної мережі. <u>Основні питання:</u> Основні задачі моделювання. Вихідні дані та результати обчислень. Аналіз вхідної та вихідної інформації. <i>Літературні джерела: [1, 3]</i>
6.	<b>Тема 1.2.2.</b> 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. <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
7.	<b>Тема 1.2.3.</b> Матрична форма запису систем рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> Варіанти запису. Матриця провідностей і її властивості. Перетворення системи рівнянь. Приклади. <i>Літературні джерела: [1, 2]</i>
	<b>Частина 1</b>
	<b>Розділ 3. Математичні методи розв'язання систем рівнянь усталеного режиму</b>
8.	<b>Тема 1.3.1.</b> Системи лінійних рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> Розв'язання СЛР методами упорядкованого виключення невідомих (метод Гауса). Приклади розв'язання систем рівнянь <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
9.	<b>Тема 1.3.2.</b> Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму. <u>Основні питання:</u> методи факторизації (подвійна факторизація). Приклади розв'язання систем рівнянь. <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
10.	<b>Тема 1.3.3.</b> Обернення матриці коефіцієнтів системи рівнянь усталеного режиму <u>Основні питання:</u> методи на основі упорядкованого виключення невідомих. Приклади. <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
11.	<b>Тема 1.3.4.</b> Загальна характеристика ітераційних методів. <u>Основні питання:</u> Збіжність методів. Перетворення вихідної системи рівнянь. Узагальнений алгоритм ітераційних методів. <i>Літературні джерела: [1, 4, 5]</i>
12.	<b>Тема 1.3.5.</b> Методи ітерації і Зейделя.

	<p><u>Основні питання:</u> Розв'язання систем нелінійних рівнянь усталеного режиму ітераційним методом Зейделя . Суть методу Зейделя. Алгоритм. Приклади. Літературні джерела: [1, 4]</p>
13.	<p><b>Тема</b> 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]</p>
14.	<p><b>Тема</b> 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. Літературні джерела: [1, 4]</p>
15.	<p><b>Тема</b> 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. Літературні джерела: [1, 5]</p>
16.	<p><b>Тема</b> 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. Літературні джерела: [4,5]</p>
17.	<p><b>Тема</b> 1.3.10. Заключні 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. Літературні джерела: [2, 3]</p>
18.	<p><b>Тема</b> 1.3.11. Моделювання і аналіз режимів роботи розімкнених електричних мереж. <u>Основні питання:</u> Визначення струморозподілу, потякорозподілу, вузлових напруг. Приклади. Літературні джерела: [1, 5]</p>
	<p><b>Частина 2</b> <b>Розділ 1. Оптимізація режимів роботи ЕЕС</b></p>
19	<p><b>Тема</b> 2.1.1. Задачі оптимізації режимів роботи ЕЕС. <u>Основні питання:</u> Основні задачі оптимального управління електроенергетичним системами. Пошук екстремумів функцій. Основні визначення. Літературні джерела: [1, 5]</p>
20	<p><b>Тема</b> 2.1.2. Математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС. <u>Основні питання:</u> Математичні моделі оптимізації режимів електроенергетичних систем. Загальні положення. Постановка задачі оптимізації режиму. Літературні джерела: [5]</p>
21	<p><b>Тема</b> 2.1.3. Основні визначення. <u>Основні питання:</u> Цільова функція. Залежні і незалежні параметри режиму. Управляючі параметри. Приклади. Літературні джерела: [ 5]</p>
22	<p><b>Тема</b> 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. Літературні джерела: [5]</p>

23.	<b>Тема 2.1.5.</b> Урахування обмежень у вигляді рівнянь. <u>Основні питання:</u> Метод Лагранжа. Приклади. <u>Літературні джерела:</u> [5]
24	<b>Тема 2.1.6.</b> Урахування обмежень у вигляді нерівностей. <u>Основні питання:</u> Метод штрафних функцій. Штрафні функції. Приклади. <u>Літературні джерела:</u> [5]
25	<b>Тема 2.1.7.</b> Методи оптимізації режимів роботи енергосистем. <u>Основні питання:</u> Оптимальний розподіл активних потужностей електростанцій методом Лагранжа. Постановка задачі. Основні співвідношення. Алгоритм. <u>Літературні джерела:</u> [5]
26.	<b>Тема 2.1.8.</b> 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	<b>Тема 2.1.9.</b> 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	<b>Тема 2.1.10.</b> Визначення складових вектора-градієнта. <u>Основні питання:</u> Метод чисельного диференціювання, аналітичний метод. <u>Літературні джерела:</u> [5]
29.	<b>Тема 2.1.11.</b> Оптимізація розподілу реактивних потужностей градієнтним методом. <u>Основні питання:</u> Постановка задачі, загальний алгоритм, приклади. <u>Літературні джерела:</u> [5]
	<b>Частина 2</b>
	<b>Розділ 2. Елементи теорії ймовірностей в задачах електроенергетики</b>
30.	<b>Тема 2.2.1.</b> Основні визначення теорії ймовірностей. <u>Основні питання:</u> Визначення, властивості статистичної ймовірності. <u>Літературні джерела:</u> [6]
31	<b>Тема 2.2.2.</b> Незалежні і залежні випадкові події. <u>Основні питання:</u> Визначення, закони обчислення ймовірностей складних випадкових подій. <u>Літературні джерела:</u> [6]
32.	<b>Тема 2.2.3.</b> Формула Бернуллі. Локальна теорема Лапласа. <u>Основні питання:</u> Постановка задачі, Формула Бернуллі. Локальна теорема Лапласа <u>Літературні джерела:</u> [6]
33.	<b>Тема 2.2.4.</b> Випадкові величини. <u>Основні питання:</u> Числові характеристики випадкових величин: математичне очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення. Момент випадкової величини. <u>Літературні джерела:</u> [6]
34	<b>Тема 2.2.5.</b> Закони розподілення ймовірностей випадкових величин. <u>Основні питання:</u> рівномірне розподілення, нормальне розподілення, експоненціальне розподілення. <u>Літературні джерела:</u> [6]
	<b>Частина 2</b>
	<b>Розділ 3. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики</b>

35	<b>Тема 2.3.1. Визначення закону розподілення ймовірностей.</b> <b>Основні питання:</b> Визначення закону розподілення ймовірностей випадкових величин на основі статистичних даних. Формування статистичного ряду. Літературні джерела: [6]
36	<b>Тема 2.3.2. Статистичні числові характеристики.</b> <b>Основні питання:</b> Обчислення статистичних числових характеристик. Вирівнювання статистичних рядів. Літературні джерела: [6]

### **Лабораторні заняття**

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

### **Практичні заняття**

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Формування схеми заміщення і розрахункової схеми електричної мережі. Обчислення параметрів елементів схеми заміщення. Літературні джерела: [5]	2
2	Обчислення власних і взаємних провідностей вузлів електричної мережі. Складання рівнянь ustalеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей Літературні джерела: [5]	4
3	Матриця провідностей. Формування системи рівнянь ustalеного режиму роботи електричної мережі. Літературні джерела: [5]	4
4	Розв'язання системи лінійних рівнянь ustalеного режиму роботи електричної мережі. Метод Гауса. Літературні джерела: [5]	4
5	Розв'язання системи лінійних рівнянь ustalеного режиму роботи електричної мережі. Метод подвійної факторизації. Літературні джерела: [5]	4
6	Розв'язання системи нелінійних рівнянь ustalеного режиму роботи електричної мережі. Метод Зейделя. Літературні джерела: [5]	4
7	Розв'язання системи нелінійних рівнянь ustalеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона. Етап 1: Підготовчі	4



	<i>перетворення системи рівнянь. Літературні джерела: [5]</i>	
8	<i>Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона. Етап 2: Реалізація алгоритму метода. Літературні джерела: [5]</i>	6
9	<i>Обчислення параметрів режиму роботи електричної мережі. Літературні джерела: [5]</i>	4
	<b>ЗАГАЛОМ</b>	36

## 6. Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1, 3, 4, 6]</i>	74
2	<i>Підготовка до практичних занять Літературні джерела: [5]</i>	36
3	<i>Підготовка до лабораторних робіт</i>	20
3	<i>Підготовка до МКР Літературні джерела: [4, 5]</i>	8
4	<i>Підготовка до екзамену</i>	33
	<i>Разом</i>	171

## Політика та контроль

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

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних, 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 РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за 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).

Виконання та захист лабораторних робіт	Виконання та захист практичних завдань	МКР	Rc	Рекз	R
20	36	4	60	40	100

### **Виконання та захист практичних завдань**

Ваговий бал – 4.

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

Критерії оцінювання

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

### **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 два етапи календарного контролю.

Ваговий бал завдань першого етапу

– 2 бали;

Ваговий бал завдань другого етапу

– 2 бали;

Максимальний бал за МКР – 4 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

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,3 - 0,59) * R$ , тобто 30 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену  $R_z = 40$  балів.

Рейтинг екзамену  $R_z = 33 - 40$  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  $R_z = 25 - 32$  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  $R_z = 16 - 24$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних динамічних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену  $R_z \leq 15$  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 № 8 від 26.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету I (протокол № 10 від 16.06.2022р.)