



# ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1.

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні системи і мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, 30 21</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н. , професор Кирик В. В., <a href="mailto:vkyryk@ukr.net">vkyryk@ukr.net</a> Практичні заняття: к.т.н. , доц.. Чижевський В. В.</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NTI2ODM2NDQ4Njkx?cjc=647wxvg">https://classroom.google.com/c/NTI2ODM2NDQ4Njkx?cjc=647wxvg</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електричні мережі та системи» складено відповідно до освітньої програми «Електричні системи і мережі» підготовки бакалавра зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

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

- **K02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- **K07.** Здатність працювати в команді;
- **K13.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;
- **K16.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми,

- пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;
- **K19.** Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;
  - **K20.** Здатність до застосування нових технологій в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці
  - **K21.** Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах
  - **K22.** Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії
  - **K26.** Здатність оцінювати показники надійності функціонування обладнання електричних мереж та електроенергетичних систем
  - **K34.** Здатність виконувати моделювання та розрахунок параметрів об'єктів та процесів в електричних мережах та електроенергетичних системах за допомогою математичного апарату.

**Предмет навчальної дисципліни** – режимні параметри електроенергетичних систем змінного струму з повітряними, кабельними лініями та дво- і триобмотковими трансформаторами.

**Програмні результати навчання:**

- **ПРО1.** 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;
- **ПРО7.** Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- **ПРО9.** Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- **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;
- **ПР20.** Знати особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.
- **ПР24.** Знати принципи розрахунку та способів підвищення показників надійності функціонування обладнання електричних мереж та електроенергетичних систем.
- **ПР33.** Знати способи моделювання та розрахунку параметрів об'єктів та процесів в електричних мережах та електроенергетичних системах за допомогою математичного апарату.

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

*Матеріал кредитного модуля дисципліни «Електричні мережі та системи» відповідно до структурно-логічної схеми ОКР «бакалавра» базується на знаннях, отриманих здобувачами при вивченні такої дисципліни для здобуття глибоких знань зі спеціальності, як «Електричні мережі».*

*Для успішного засвоєння дисципліни здобувач повинен володіти «Іноземною мовою для професійної діяльності», оскільки значна частина новітніх технологій розрахунків описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Регулювання режимів електричних систем», «Методи оптимізації режимів енергосистем», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Моделі оптимального розвитку енергосистем».*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліну структурно розділено на **6 розділів (змістовні модулі)**, а саме:*

### **1. Режими роботи електроенергетичної системи**

*Тема 1.1. Загальні поняття про режими роботи електроенергетичної системи*

*Тема 1.2. Класифікація режимів електроенергетичної системи*

*Тема 1.3 Стійкість електроенергетичної системи до збурень.*

### **2. Розрахункові схеми заміщення електричних систем**

*Тема 2.1 Розрахункові схеми електричних мереж*

*Тема 2.2. Розрахунок навантажень підстанції та електростанції на шинах високої напруги*

*Тема 2.3. Балансуючі пункти розрахункових схем*

### **3. Розрахунок режимів роботи розімкнених електричних мереж**

*Тема 3.1 Розрахунок режиму напруги в електричній мережі за умовами початку електропередачі*

*Тема 3.2. . Розрахунок режиму напруги в електричній мережі за умовами кінця електропередачі*

*Тема 3.3. Порівняння розрахункових алгоритмів визначення вектора напруги в розімкнутій мережі*

*Тема 3.4. Вплив ємності лінії електропередавання на значення напруги на її кінцях*

*Тема 3.5. Алгоритм розрахунку режиму роботи розімкненої схеми мережі*

*Тема 3.6. Розрахунок електричної мережі з рівномірно розподіленим навантаженням*

*Тема 3.7. Розрахунок усталених режимів розгалужених розімкнених електричних мереж*

*Тема 3.8. Наближений розрахунок режиму роботи розгалуженої розімкненої електричної мережі*

*Тема 3.9. Розрахунок режиму розімкненої мережі з кількома номінальними напругами*

### **4. Розрахунок усталених режимів роботи замкнених електричних мереж**

*Тема 4.1. Розрахунок режимів роботи кільцевих мереж*

*Тема 4.2. Розрахунок режиму роботи мережі з двостороннім живленням*

*Тема 4.3. Розрахунок режиму роботи лінії електропередавання з двостороннім живленням за методом «у два етапи»*

*Тема 4.4. Розрахунок ustalеного режиму роботи мережі методом контурних рівнянь*

*Тема 4.5. Алгоритм реалізації розрахунку ustalеного режиму електричної мережі методом контурних рівнянь*

*Тема 4.5. Метод накладання*

### **5. Еквівалентне перетворення розрахункових схем електричних мереж**

*Тема 5.1. Еквівалентне перетворення ділянок розрахункових схем*

*Тема 5.2. Еквівалентне заміщення декількох джерел живлення та перетворення оприв трикутника і зірки*

*Тема 5.3. Еквівалентне перетворення навантажень та трансформаторних ділянок розрахункової схеми електричної системи*

*Тема 5.4. Еквівалентне зведення параметрів розрахункової схеми до базисної напруги*

### **6. Розрахунок ustalених режимів великих електроенергетичних систем**

*Тема 6.1. Ітераційні методи розрахунку режимів електроенергетичних систем*

*Тема 6.2. Діакоптичний підхід до розрахунку ustalених режимів великих електроенергетичних систем*

### **Практичні заняття**

*На практичних заняттях розглядаються рішення інженерних задач з наступних змістовних модулів та тем:*

*Практичне заняття №1-2. Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розгалуженої розімкненої електричної мережі;*

*Практичне заняття №3. Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розімкненої електричної мережі з трансформаторними зв'язками;*

*Практичне заняття №4. Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі з двобічним живленням;*

*Практичне заняття №5-6. Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі методом контурних рівнянь;*

*Практичне заняття №7. Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі методом накладання;*

*Практичне заняття №8. Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентне перетворення навантажень та ділянок схеми;*

*Практичне заняття №9. Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентні перетворення «зірка»-«трикутник» та «трикутник»-«зірка»;*

*Практичне заняття №10. Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів усталеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентування джерел живлення;*

*Практичне заняття №11. Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів усталеного режиму роботи електричних мереж. Зведення параметрів до одного класу номінальної напруги;*

*Практичне заняття №12. Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи розімкненої електричної мережі із використанням нелінійної моделі;*

*Практичне заняття №13. Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи розімкненої електричної мережі із використанням лінеаризованої моделі;*

*Практичне заняття №14-15. Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу контурних рівнянь;*

*Практичне заняття №16-17. Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу Зейделя;*

*Практичне заняття №18. Застосування діакоптики в задачах розрахунку параметрів усталених режимів електричних мереж.*

#### *Лабораторні заняття*

*Основні завдання лабораторних занять з дисципліни «Електричні системи та мережі» полягають у розвитку студентів поглиблених уявлень про фізику процесів, що відбуваються в об'єкті спеціальності, а також закріплення основ теоретичного матеріалу дисципліни, що викладена темах, наведених нижче:*

<i>№ з/п</i>	<i>Тема</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
<i>1.</i>	<i>Зняття статичної характеристики потужності за напругою</i>	<i>6</i>
<i>2.</i>	<i>Натурне моделювання усталеного режиму роботи</i>	<i>12</i>
	<i>Всього</i>	<i>18</i>

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

##### Основні інформаційні ресурси:

- Кирик В. В. Електричні системи та мережі та системи. Режими роботи розімкнених мереж [Текст]: Навчальний посібник з дисципліни для всіх форм навчання та студентів іноземців напряму підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології” / Уклад. В.В.Кирик.-К.: НТУУ «КПІ», 2014.-130с.*
- Кирик В. В. Електричні мережі та системи. Режими роботи розімкнених мереж. = Electrical power networks and systems. Operation modes of open networks: навч. Посіб./ В.В. Кирик, Т.Б. Маслова. – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 256с. – ISBN 978-966-622-737-2*

3. Кирик В. В. *Електричні мережі та системи : підручник / В. В. Кирик.* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 324 с.– ISBN 978-966-990-031-9
4. *Електричні мережі та системи [Електронний ресурс]: Розрахунково-графічна робота для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні системи і мережі» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Кирик– Електронні текстові дані (1 файл: 0,395 Мбайт).* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 23 с.
5. *Електричні мережі та системи [Електронний ресурс]: Лабораторний практикум для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні системи і мережі» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Кирик, В. А. Халіков, В. І. Моссаковський – Електронні текстові дані (1 файл: 3,368 Мбайт).* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 31с.
6. *Електричні мережі та системи [Електронний ресурс]: Збірник тестових завдання до МКР для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні системи і мережі» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.В. Кирик. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,432 Мбайт).* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 40 с.
7. Сегеда М. С. *Електричні системи та мережі: Підручник / М. С. Сегеда.* – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 488 с. – ISBN 978-966-553-602-4.

Додаткові інформаційні ресурси:

8. Grigsby L. L. *Power systems / L. L. Grigsby.* – CRC Press, 2007. – 452 pp. – ISBN 978-0-8493-9288-7.
9. Dale R. *Electrical power systems technology / Dale R. Patrick, Stephen W. Fardo.* – The Fairmont Press, 2009. – 486 pp. – ISBN 0-88173-585-X.

## Навчальний контент

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

*Лекційні заняття – 54 години*

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
<b>Тема 1.1. Загальні поняття про режими роботи електроенергетичної системи</b>	
1.	Параметри режимів електроенергетичної системи. Типи перехідних режимів: електромагнітні перехідні режими; електромеханічні перехідні режими; тривалі перехідні режими. Симетричні, несиметричні, синусоїдальні та несинусоїдальні режими. Література: [3]
<b>Тема 1.2. Класифікація режимів електроенергетичної системи</b>	
2.	Вимоги до режимів електроенергетичних систем. Підходи до класифікації режимів. Нормальний усталений режим, нормальний перехідний режим, аварійний перехідний режим, післяаварійний усталений режим, ремонтний усталений режим. Література: [3], [4]



<b>Тема 1.3. Стійкість електроенергетичної системи до збурень</b>	
3.	<p>Можливість здійснення режиму. Динамічна стійкість. <b>Статична стійкість.</b> Живучість електроенергетичної системи. Умови функціонування споживачів електричної енергії: забезпечення надійності та безперервності енергопостачання; забезпечення нормованої якості електричної енергії; забезпечення безпеки експлуатації та екологічності режиму електроенергетичної системи; забезпечення економічності режиму електроенергетичної системи.</p> <p>Література: [3], [5]</p>
<b>Тема 2.1. Розрахункові схеми електричних мереж</b>	
4.	<p>Визначення розрахункових схем електроенергетичних систем. Складові елементи розрахункових схем. Поділ елементів розрахункових схем на пасивні та активні. Поділ пасивних елементів розрахункових схем на поздовжні та поперечні. Поділ активних елементів розрахункових схем на джерела напруги та джерела струму.</p> <p>Література: [3], [4],</p>
<b>Тема 2.2. Розрахунок навантажень підстанції та електростанції на шинах високої напруги</b>	
5.	<p>Розрахункове навантаження підстанції. Приведене навантаження підстанції. Приведене навантаження електростанції. Розрахункове навантаження електростанції. Втрати активної (реактивної потужностей) у поперечних провідностях дво- або триобмоткових трансформаторів. Розрахункове навантаження підстанції з лініями напругою вище 220 кВ.</p> <p>Література: [1], [2], [3]</p>
<b>Тема 2.3. Балансуючі пункти розрахункових схем</b>	
6.	<p>Баланс і резерв активної і реактивної потужностей в енергосистемах. Вибір балансуючих пунктів (БП) системи. Принципи вибору балансуючих пунктів в низьковольтних споживчих мережах. Технічні обмеження, які накладаються на БП.</p> <p>Література: [3]</p>
<b>Тема 3.1. Розрахунок режиму напруги в електричній мережі за умовами початку електропередачі</b>	
7.	<p>Потужності початків, кінців та середньолінійна потужність ділянок електричної мережі. Визначення потоків потужності на ділянках схеми мережі. Розрахунок режиму напруги в електричній мережі за умовами початку електропередачі.</p> <p>Література: [1], [2], [3]</p>
<b>Тема 3.2. Розрахунок режиму напруги в електричній мережі за умовами кінця електропередачі</b>	
8.	<p>Визначення потоків потужності на ділянках схеми мережі та напруги в</p>

	пунктах при електричних розрахунках за умовами кінця електропередачі. Література: [1], [2], [3]
<b>Тема 3.3.</b> Порівняння розрахункових алгоритмів визначення вектора напруги в розімкнутій мережі	
9.	Порівняння способів визначення режиму напруги мережі за різних початкових умов: за робочим струмом електропередачі (відповідно до другого законів Кірхгофа та Ома); за умовами початку електропередачі (напруга та потік потужності на початку ділянки); за умовами кінця електропередачі (напруга та потік потужності на кінці ділянки). Література: [3]
<b>Тема 3.4.</b> Вплив ємності лінії електропередавання на значення напруги на її кінцях	
10.	Впливу ємності навантаженої лінії на мережу. Вплив ємності лінії на мережу за неробочого ходу. Втрата напруги. Література: [3]
<b>Тема 3.5.</b> Алгоритм розрахунку режиму роботи розімкненої схеми мережі	
11.	Послідовності процедур для виконання розрахунку режиму роботи схеми електричної мережі. Графо-аналітичне позначення параметрів поточкорозподілу на схемі мережі. Позначення на схемі поточкорозподіл при використанні середньолінійних потужностей. Література: [1], [2], [3]
<b>Тема 3.6.</b> Розрахунок електричної мережі з рівномірно розподіленим навантаженням	
12.	Визначення розподілу струму, втрат активної потужності та напруги в лінії електропередавання з рівномірно розподіленими параметрами. Втрати потужності та падіння напруги в лініях з рівномірно розподіленим та зосередженим навантаженням. Обґрунтування застосування «П»-подібних схем заміщення ліній електропередавання. Природа похибки за розрахунків ліній електропередавання на основі симетричних «П»-подібних схем заміщення. Література: [3]
<b>Тема 3.7.</b> Розрахунок усталених режимів розгалужених розімкнених електричних мереж	
13.	Загальний алгоритм розрахунку усталеного режиму розімкненої електричної мережі. Складові потоку потужності на ділянках розімкненої схеми електричної системи. Усталені режими нелінійних електричних систем. Основні етапи розрахунку усталених режимів електричних систем, які експлуатують за розімкненою схемою. Література: [3], [4]
<b>Тема 3.8.</b> Наближений розрахунок режиму роботи розгалуженої розімкненої електричної мережі	
14.	Основні етапи наближеного розрахунку усталених режимів електричних мереж, які експлуатують за розімкненою схемою. Основне припущення в наближеному розрахунку втрат потужності в поздовжніх опорах схеми заміщення розімкненої електричної мережі.



	<i>Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 3.9.</b> Розрахунок режиму розімкненої мережі з кількома номінальними напругами	
15.	<i>Визначення напруг на шинах низької напруги знижувальних підстанцій з трансформаторними зв'язками та пунктах мережі, які підключені до них. Умовна заміна трансформаторних зв'язків в принциповій електричній схемі на дві послідовно включені ділянки в розрахунковій схемі: лінійну та трансформуючу. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 4.1.</b> Розрахунок режимів роботи кільцевих мереж	
16.	<i>Переваги та недоліки складнозамкнених мереж. Послідовність розрахунку усталеного режиму кільцевих мереж. Визначення однорідних мереж. Послідовність розрахунку усталеного режиму однорідних кільцевих мереж. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 4.2.</b> Розрахунок режиму роботи мережі з двостороннім живленням	
17.	<i>Послідовність моделювання усталеного режиму ліній з двостороннім живленням. Зрівнювальний струм для визначення струму головної ділянки. Визначення точок струморозділу та потякорозділу. Неспівпадіння точок потякорозділу за активною та реактивною потужностями. Література: [3], [4], [6]</i>
<b>Тема 4.3.</b> Розрахунок режиму роботи лінії електропередавання з двостороннім живленням за методом «у два етапи»	
18.	<i>Загальний алгоритм розрахунку усталеного режиму електричної мережі за методом «у два етапи». Застосування безітераційного алгоритму методу «у два етапи». Причина та допустимість похибки розрахунку усталеного режиму електричної системи за методом «у два етапи». Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 4.4.</b> Розрахунок усталеного режиму роботи мережі методом контурних рівнянь	
19.	<i>Метод контурних рівнянь. Принципи побудови систем контурних рівнянь. Література: [3], [4] <b>Завдання на СРС:</b> Розрахунок потякорозподілу замкненої електричної мережі методом контурних рівнянь.</i>
<b>Тема 4.5.</b> Алгоритм реалізації розрахунку усталеного режиму електричної мережі методом контурних рівнянь	
20.	<i>Алгоритм реалізації контурної розрахункової схеми. Підходи до формування алгоритму реалізації контурної розрахункової схеми усталеного режиму електричної мережі. Результуючий потякорозподіл потужностей за методом контурних рівнянь. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 4.6.</b> Метод накладання	
21.	<i>Метод накладання і його застосування для розрахунку режиму мережі. Застосування методу накладання для аналізу післяаварійного режиму роботи системи для ситуацій аварійного відключення одного з генеруючих блоків або лінії електропередавання.</i>

	<i>Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 5.1.</b> <i>Еквівалентне перетворення ділянок розрахункових схем</i>	
22.	<i>Допустиме еквівалентне перетворення перерізів ділянок електричної мережі. Класифікація методів еквівалентного перетворення розрахункових схем електричних систем. Еквівалентне заміщення перерізів проводів ділянок електричної мережі. Еквівалентне перетворення послідовно (паралельно) увімкнених ділянок розрахункових схем. Еквівалентне заміщення струмів витоку та втрат потужностей додатковими фіктивними навантаженнями. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 5.2.</b> <i>Еквівалентне заміщення декількох джерел живлення та перетворення опорів трикутника і зірки</i>	
23.	<i>Еквівалентне перетворення паралельно увімкнених джерел живлення розрахункової схеми. Визначення параметрів еквівалентного генератора електричної станції. Еквівалентне перетворення трикутника опорів у зірку в електричній мережі. Еквівалентне перетворення опорів зірки в еквівалентний трикутник у розрахунковій схемі. Критерій еквівалентності розрахункових схем електричної мережі за перетворення трикутника опорів у зірку і навпаки. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 5.3.</b> <i>Еквівалентне перетворення навантажень та трансформаторних ділянок розрахункової схеми електричної системи</i>	
24.	<i>Еквівалентне перенесення навантажень у суміжні пункти розрахункової схеми. Еквівалентне заміщення ліній електропередавання фіктивними навантаженнями. Еквівалентне заміщення трансформаторних ділянок фіктивними джерелами напруги та струму. Еквівалентне заміщення трансформаторних ділянок фіктивними джерелами струму. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 5.4</b> <i>Еквівалентне зведення параметрів розрахункової схеми до базисної напруги</i>	
25.	<i>Еквівалентне заміщення мультиплікативного трансформаторного елемента адитивними фіктивними джерелами напруги та струму. Послідовність розрахунку ustalених режимів електричних систем з трансформаторними зв'язками на базі зведення розрахункових параметрів розрахункової схеми до базисної напруги. Зведення параметрів розрахункової схеми до базисної напруги. Похибка розрахунку ustalеного режиму складнозамкненої мережі з трансформаторними зв'язками шляхом зведення її параметрів до базисної напруги. Література: [3], [4]</i>
<b>Тема 6.1.</b> <i>Ітераційні методи розрахунку режимів електроенергетичних систем</i>	
26.	<i>Ітераційний розрахунок режиму роботи замкнутої електричної мережі. Література: [3], [4]</i>

**Тема 6.2.** Діакоптичний підхід до розрахунку ustalених режимів великих електроенергетичних систем

27.	<p>Основні положення методів діакоптики. Методи поділу розрахункових схем електричних систем на підсистеми. Кола перетинів. Алгоритм моделювання ustalених режимів електричних систем методами діакоптики. Безітераційність розрахункових моделей за методами діакоптики для лінійних розрахункових схем та необхідність організації ітераційного обчислювального процесу для нелінійних розрахункових схем електричних систем.</p> <p>Література: [3], [4], [6]</p>
-----	--

Практичні заняття 36 годин

№	Назва теми	Годин
1	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розгалуженої розімкненої електричної мережі	2
2	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розгалуженої розімкненої електричної мережі	2
3	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розімкненої електричної мережі з трансформаторними зв'язками	2
4	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі з двобічним живленням	2
5	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі методом контурних рівнянь	2
6	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі методом контурних рівнянь	2
7	Наближений розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи електричної мережі методом накладання	2
8	Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентне перетворення навантажень та ділянок схеми	2
9	Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентні перетворення «зірка»-«трикутник» та «трикутник»-«зірка»	2
10	Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Еквівалентування джерел живлення	2
11	Застосування методу еквівалентних перетворень у розрахунках параметрів ustalеного режиму роботи електричних мереж. Зведення параметрів до одного класу номінальної напруги	2
12	Ітераційний розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розімкненої електричної мережі із використанням нелінійної моделі	2
13	Ітераційний розрахунок параметрів ustalеного режиму роботи розімкненої електричної мережі із використанням лінеаризованої моделі	2

<b>14</b>	<i>Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу контурних рівнянь</i>	<b>2</b>
<b>15</b>	<i>Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу контурних рівнянь</i>	<b>2</b>
<b>16</b>	<i>Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу Зейделя</i>	<b>2</b>
<b>17</b>	<i>Ітераційний розрахунок параметрів усталеного режиму роботи замкненої електричної мережі за допомогою методу Зейделя</i>	<b>2</b>
<b>18</b>	<i>Застосування діакоптики в задачах розрахунку параметрів усталених режимів електричних мереж</i>	<b>2</b>
<b>Всього</b>		<b>36</b>

#### **Лабораторні заняття**

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
<i>1</i>	<i>Зняття статичної характеристики потужності за напругою резистивного навантаження</i>	<i>2</i>
<i>2</i>	<i>Зняття статичної характеристики потужності за напругою реактора</i>	<i>2</i>
<i>3</i>	<i>Зняття статичної характеристики потужності за напругою батареї конденсаторів</i>	<i>2</i>
<i>4</i>	<i>Натурне моделювання усталеного режиму роботи однофазного трансформатора</i>	<i>2</i>
<i>5</i>	<i>Натурне моделювання усталеного режиму роботи фази лінії електропередачі</i>	<i>2</i>
<i>6, 7</i>	<i>Натурне моделювання усталеного режиму роботи фази електричної мережі з одностороннім живленням</i>	<i>4</i>
<i>8, 9</i>	<i>Натурне моделювання усталеного режиму роботи фази електричної мережі з двостороннім живленням</i>	<i>4</i>
	<i>Всього</i>	<i>18</i>

#### **6. Самостійна робота здобувача**

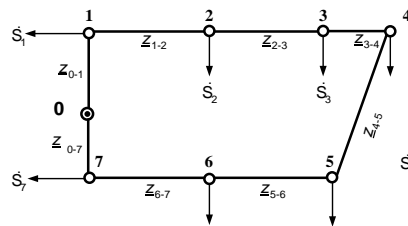
<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
<i>1</i>	<i>Підготовка до практичних занять</i>	<i>10</i>
<i>2</i>	<i>Підготовка до МКР</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>Виконання завдання СРС</i>	<i>4</i>
<i>3</i>	<i>Підготовка до лабораторних робіт</i>	<i>4</i>

4	Підготовка до іспиту	20
	ВСЬОГО	42

#### Завдання на СРС

Самостійна робота на тему «Розрахунок поточкорозподілу замкненої електричної мережі методом контурних рівнянь» виконується студентами для набуття практичних знань з математичних розрахунків режимних параметрів електроенергетичної системи. Відповідно до заданих значень навантаження пунктів, МВ·А, та активних та реактивних опорів, Ом, ділянок мережі, модифікованої по варіантах двоконтурної схеми, необхідно виконати розрахунок поточкорозподілу на основі використання метода контурних рівнянь.

Вихідна схема для модифікації відповідно до методичних вказівок [4] та виконання розрахунково-графічної роботи представлена на рисунку:



Література: [3], [4].

#### Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох тестів і виконується студентами для визначення рівня знань з розрахунку режимних параметрів електроенергетичних систем.

Типовий перелік тем тестів модульної контрольної роботи:

Тест 1. Розрахунок режимів роботи розімкнених мереж.

Тест 2. Розрахунок режимів роботи замкнених мереж.

**Інформаційний ресурс:** <https://onlinetestpad.com/lo3sg5aymbs2y>  
<https://onlinetestpad.com/lgmmstw36j36w>

Література: [2], [3], [6].

### Політика та контроль

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

Система вимог, які викладач ставить перед здобувачем:

- 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 та практичних заняттях.

- правила поведінки на заняттях: здобувач має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних 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;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо здобувач не проходив або не з'явиться на МКР (без поважної причини), 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 та складанні контрольних заходів з дисципліни;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах 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 (експрес-тест).

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

**Семестровий контроль:** іспит.

**Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг більше 35 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

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

- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання практичних завдань та лабораторних робіт;
- виконання завдання по СРС;
- заохочувальних балів за продуктивну роботу на заняттях.

Завдання по СРС	Заохочення	МКР (два експрес-тести 2×20)	Практичні заняття	Лабораторні заняття
12	5	40	9	9

**Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал 1.

**МКР (Експрес-тест)**

Максимальна кількість балів – 2 тести × 20 = 40 балів.



#### **Критерії оцінювання МКР**

- повна відповідь на всі запитання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповна відповідь на всі запитання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Повторне складання тесту та складання в неустановлені терміни зараховується з коефіцієнтом 0,5.

#### **Практичні заняття**

Ваговий бал 1 – за активне виконання практичних завдань.

Максимальний бал за активну роботу на практичних заняттях: 9.

#### **Критерії оцінювання**

- повне виконання завдання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконання завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

За кожний тиждень затримки здачі завдання нараховується -1 штрафний бал. Здача завдань за межами семестру зараховується з коефіцієнтом 0, 5.

#### **Лабораторні заняття**

Ваговий бал 2 – за активне виконання лабораторної роботи.

Максимальний бал за активну роботу на лабораторних заняттях: 9.

#### **Критерії оцінювання**

- повне виконання роботи (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповне виконання роботи (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконання роботи містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

За кожний тиждень затримки здачі роботи нараховується -1 штрафний бал. Здача роботи за межами семестру зараховується з коефіцієнтом 0, 5.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу здобувача не менше 60% від максимально можливого на час атестації.

#### **Форма семестрового контролю – Іспит**

Максимальна сума балів отриманих за семестр дорівнює 75 балів. Необхідною умовою допуску до Іспиту є виконане завдання СРС, виконані 9 лабораторних робіт, виконані всі практичні завдання на практичних заняттях, складені два тести МКР з балом загальною кількістю не менше 35. Для отримання оцінки Іспиту з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати стартовий бал не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до Іспиту.

Здобувачі, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують іспит. Максимальна сума за іспит складає 25 балів.

**Інформаційний ресурс:** <https://onlinetestpad.com/i2to3och5wzhs>

#### **Критерії оцінювання Іспиту**

– «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 19 - 20 балів;

- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 17-18 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 15-16 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 13-14 балів;
- «достатньо», неповна відповідь, але не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 12 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «достатньо» – 0 балів.

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

*Дистанційний курс дисципліни:*

<https://classroom.google.com/c/NTI2ODM2NDQ4Njkx>

***Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ***

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

**Складено** проф. кафедри електричних мереж та систем ФЕА, д.т.н. Кирик В.В.

**Ухвалено** кафедрою електричних мереж та систем ФЕА (протокол № 13 від 20 червня 2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22 червня 2023 р)