



# РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ. Частина 2.

## Робоча програма кредитного модуля (Силабус)

### 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</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 години / 6 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: канд. техн. наук, доцент Кацадзе Теймураз Луарсабович, 0974407634</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MTUzMzA1MjMzMjE1?cjc=pmpvlg3">https://classroom.google.com/c/MTUzMzA1MjMzMjE1?cjc=pmpvlg3</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Програма освітнього компоненту «Регулювання режимів електричних систем. Частина 2» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Електричні системи і мережі» підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».*

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

*K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях*

*K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій в підстанціях та техніки високих напруг*

*K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії*

*K20. Здатність до застосування нових технологій в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці*

*K22. Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії*

*K25. Здатність оптимального вибору засобів регулювання режимних параметрів електричних мереж та систем та особливостей розрахунку їх параметрів*

*К30. Здатність застосовувати сучасні інтелектуальні технології для створення програм підтримки рішень в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем*

*К31. Здатність застосовувати сучасні розробки в галузі силової електроніки з метою покращення режимних параметрів об'єктів електричних мереж та електроенергетичних систем*

*К34. Здатність виконувати моделювання та розрахунок параметрів об'єктів та процесів в електричних мережах та електроенергетичних системах за допомогою математичного апарату*

**Предмет навчальної дисципліни** – управління режимами дальніх електропередач змінного струму.

**Програмні результати навчання:**

*ПР1. 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*

*ПР7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах*

*ПР9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем*

*ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень*

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

*ПР23. Знати особливості застосування різних способів регулювання параметрів усталених режимів електричних мереж та електроенергетичних систем*

*ПР28. Знати принципи практичного застосування сучасних інтелектуальних технологій для створення програм підтримки рішень в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем*

*ПР30. Знати принципи вибору напівпровідникових засобів відповідно до поставлених завдань та особливостей виконання розрахунків їх робочих параметрів*

*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)**

*Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти теоретичною базою таких дисциплін циклів математичної, природничо-наукової та професійної і практичної підготовки, як «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні мережі та системи».*

*Кредитний модуль «Регулювання режимів електричних систем-2. Інженерні засоби та способи підвищення пропускної здатності дальніх електропередач» тісно взаємопов'язаний також з іншими дисциплінами циклу професійної та практичної підготовки, що спираються на неї, такими як «Перехідні процеси в електричних системах», «Релейний захист та автоматизація енергетичних систем», «Експлуатація електроенергетичних систем», «Моделі оптимального розвитку електричних систем» і «АСК і оптимізація режимів енергосистем», «Проектування електричних мереж» та ін.*

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Зміст освітнього компоненту структурно поділено на **5 розділів**, а саме:

1. **Основні положення теорії дальніх електропередач змінного струму**, до якого ввійшли питання загальних відомостей про конструктивне виконання ДЕП, особливостей експлуатаційних режимів ДЕП, електротехнічні параметри та рівняння ДЕП, зарядну та натуральну потужність ДЕП, використання рівнянь чотириполісників для моделювання ДЕП, еквівалентну заступну схему ДЕП.
2. **Розрахунки та інженерний аналіз усталених режимів дальніх електропередач**, до якого ввійшли питання загальних відомостей про режими ДЕП, розподіл режимних параметрів вздовж лінії електропередавання, втрати потужності в ДЕП, аналітичні методи розрахунків режимів ДЕП, неоднозначність та існування режимів ДЕП, кругові діаграми та характеристики потужності ДЕП, універсальні діаграми ДЕП.
3. **Неробочий хід та спеціальні режими дальніх електропередач**, до якого ввійшли питання дослідження режимів неробочого ходу ДЕП, дослідження режимів ДЕП чверть- та півхвильової довжини, самозбудження синхронних генераторів, які працюють на ненавантаженому ДЕП, ферорезонанс в електричних системах із ДЕП, несиметричні режими ДЕП та методи їх аналізу, несинусоїдні режими ДЕП.
4. **Компенсовані та налагоджені дальні електропередачі**, до якого ввійшли питання компенсації зарядної потужності ДЕП, пропускну здатність ДЕП та способи її збільшення, пристрої компенсації індуктивного опору ДЕП, компактні лінії електропередавання підвищеної пропускну здатності, баланс реактивної потужності в енергосистемах із ДЕП, гнучкі електропередачі змінного струму.
5. **Трансформаторні засоби регулювання режимів дальніх електропередач**, до якого ввійшли питання про силові автотрансформатори в мережах надвисокої номінальної напруги, математичні моделі та заступні схеми силових автотрансформаторів, регулювання напруги за допомогою силових автотрансформаторів, вольтододавальні трансформатори.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Основні інформаційні ресурси:

1. Сулейманов В. М., Кацадзе Т. Л. Електричні мережі та системи, Київ: НТУУ "КПІ", 2008.
2. Кацадзе Т. Л. Регулювання режимів електричних систем : Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка /Т. Л. Кацадзе; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,92 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 202 с.
3. Кацадзе Т. Л. Регулювання режимів електричних систем : Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка /Т. Л. Кацадзе ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,52 МБ). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 80 с.
4. Регулювання режимів електричних систем : Тестові завдання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні системи і мережі» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. : Т. Л. Кацадзе. — Електронні текстові дані (1 файл: 0,98 МБ). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 66 с

5. Кацадзе Т. Л. Регулювання режимів електричних систем. Дальня електропередача змінного струму. Курсовий проєкт [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Т. Л. Кацадзе, О. М. Янковська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл : 3,14 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 77 с.
6. Кацадзе Т. Л. Регулювання режимів електричних систем. Частина 3. Проектування дальньої електропередачі. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Т. Л. Кацадзе, О. М. Янковська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,19 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 74 с.

Додаткові:

7. Zhou та Hao, *Ultra-high Voltage AC/DC Power Transmission*, Springer, 2018.
8. L. L. Grigsby, *Electric Power Generation, Transmission and Distribution*, CRC Press, 2007.
9. EPRI *AC Transmission Line Reference Book—200 kV and Above*, 2005.
10. Y. Hase, *Handbook of Power Systems Engineering with Power Electronics Applications*, 2013.
11. J. H. Harlow, *Electric Power Transformer Engineering*, CRC Press, 2012.
12. L. L. Grigsby, *The Electric Power Engineering. Handbook*, CRC Press, 2001.
8. Rakosh Das Begamudre, *Extra High Voltage AC Transmission Engineering*, New Age International (P) Ltd, 2006.
9. C. Bayliss, *Transmission and Distribution Electrical Engineering*, Elsevier, 2006.
10. H. Beaty та D. Fink, *Standard Handbook for Electrical Engineers*, 2013.
11. N. Tleis, *Power Systems Modelling and Fault Analysis*, Elsevier, 2007.
12. A. A. Sallam, *Electric Distribution Systems*, 2011.
13. J. D. Glover, *Power System Analysis and Design*, 2012.
14. СОУ-Н МВВ 40.1-00100227-68:2012 Стійкість енергосистем. Керівні вказівки, Київ, 2012.
15. Кодекс системи передачі, 2018.
16. Electric Power Research Institute, *Transmission Line Reference Book - 115-345 kV Compact Line Design*, California: EPRI, 2008.

**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)
1	Загальні відомості про дальні електропередачі надвисокої номінальної напруги. Фізика процесів передавання електричної енергії вздовж ліній електропередавання. Особливості передавання електричної енергії на дальні відстані. Схеми виконання ДЕП. Місце ДЕП в сучасних магістральних електричних мережах. Особливості експлуатації та конструктивного виконання ДЕП. Літературні джерела [1]с. 11-22
2	Коронний розряд та конструкція фази ПЛ НВН Фізика виникнення коронного розряду навколо проводів ЛЕП. Формула Піка. Способи обмеження втрат енергії на корону. Розщеплення фазних проводів ПЛ НВН. Мінімальні перерізи проводів за умовами обмеження втрат на корону. Літературні джерела [1]с. 23-35



3, 4	Електротехнічні параметри ЛЕП Фізичні процеси та явища, які відбуваються під час передавання електричної енергії по ЛЕП. Заступна схема елементарної ділянки ЛЕП. Резистанс, кондуктанс, реактанс, сусцептанс електропередачі. Імпеданс та сусцептанс нульової послідовності. Літературні джерела [1]с. 36-72
5	Рівняння ДЕП та її хвильові параметри. Рівняння передавання електричної енергії вздовж ДЕП. Хвильовий опір та характеристика поширення електромагнітної хвилі. Фазова швидкість поширення електромагнітної хвилі. Довжина електромагнітної хвилі. Електрична довжина лінії. Ідеалізована електропередача. Літературні джерела [1]с. 73-94
6	Зарядна та натуральна потужність ДЕП. Система частинних ємностей ЛЕП. Ефект Ферранті. Зарядна потужність ЛЕП. Індуктивні втрати реактивної потужності в ДЕП. Натуральна потужність ДЕП. Режими ДЕП, навантаження яких менше, дорівнює та перевищує натуральну потужність. Літературні джерела [1]с. 95-102
7, 8	Дослідження розподілу режимних параметрів вздовж ДЕП. Розподіл напруги вздовж ДЕП. Визначення координати екстремальної точки за напругою. Розподіл струму вздовж лінії. Розподіл реактивної потужності вздовж лінії. Точка поточкорозділу за реактивною потужністю. Літературні джерела [1]с. 103-131
9	Використання апарату пасивних чотириполюсників для моделювання ДЕП. Загальні положення теорії пасивних чотириполюсників. Способи запису рівнянь чотириполюсників. Визначення узагальнених сталих еквівалентного чотириполюсника ДЕП за хвильовими параметрами. Еквівалентні чотириполюсники для типових заступних схем устаткування ДЕП. Ланцюгові схеми ДЕП. Способи з'єднання чотириполюсників. Еквівалентування чотириполюсників. Літературні джерела [1]с. 131-145
10	Еквівалентна заступна схема ДЕП. Позірні параметри ДЕП. Рівняння Кеннеллі. Коефіцієнти Шварцкопфа. Формування еквівалентної заступної схеми за методом Горєва. Літературні джерела [1]с. 146-158
11	Загальна характеристика задач аналізу усталених режимів ДЕП. Поняття режиму ДЕП. Види режимів. Вимоги до режимів ДЕП. Режимні параметри ДЕП. Взаємний зв'язок режимних параметрів. Моделі режиму ДЕП за умовами початку та кінця. Літературні джерела [1]с. 159-166
12	Втрати потужності в ДЕП. Визначення втрат активної та реактивної потужності в ДЕП. Складові втрат активної та реактивної потужності. Коефіцієнти втрат потужності. Літературні джерела [1]с. 167-180
13, 14	Аналітичні методи розрахунків режимів ДЕП. Способи постановки задачі аналізу режимів ДЕП. Аналітичний розрахунок режиму ДЕП за умовами початку або кінця лінії. Розрахунок режиму ДЕП за напругою на початку (наприкінці) та навантаженням на протилежному боці. Розрахунок режиму ДЕП за фіксації напруги на початку та наприкінці лінії та активною потужністю навантаження на початку (наприкінці). Робочі характеристики ДЕП. Літературні джерела [1]с. 181-188
15	Ітераційний розрахунок режимів ДЕП.

	<p>Рекурентна формула для визначення режиму напруги ДЕП та нескінченний ланцюговий дріб. Критерій збіжності ітераційного розрахунку. Монотонна та коливальна збіжності ітераційного процесу.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 189-191</p>
16	<p>Неоднозначність та існування режимів ДЕП.</p> <p>Графоаналітичне розв'язання рівнянь ДЕП. Залежність між напругою на початку та наприкінці ДЕП. Мінімально допустима напруга на початку електропередачі. Гранично допустиме навантаження ДЕП. Критерії існування режиму ДЕП.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 192-200</p>
17	<p>Кругові діаграми напруги ДЕП.</p> <p>Формування кругової діаграми напруги ДЕП. Графо-аналітичне розв'язання режимної задачі за допомогою кругової діаграми напруги. Умови граничного режиму ДЕП.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 200-205</p>
18	<p>Кругові діаграми потужності ДЕП.</p> <p>Кругова діаграма потужності за умовами початку та кінця ДЕП. Кругова діаграма ідеалізованої електропередачі.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 205-213.</p>
19	<p>Кутова характеристика потужності ДЕП.</p> <p>Векторна діаграма напруги та струму ідеалізованої електропередачі. Залежність потужності електропередачі від розвороту вектору напруги. Ідеальна межа потужності ДЕП. Поняття статичної стійкості режиму ДЕП. Характеристика активної та реактивної потужності ДЕП. Характеристики потужності ДЕП з урахуванням втрат. Динамічна стійкість ДЕП. Критерії динамічної стійкості.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 214-227</p>
20	<p>Універсальні діаграми ДЕП.</p> <p>Вибір масштабів для формування універсальних діаграм. Алгоритм побудови універсальної діаграми ДЕП.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 228-232</p>
21	<p>Дослідження режимів однобічного увімкнення дальньої електропередачі</p> <p>Характеристики режимів однобічного увімкнення ДЕП. Режим напруги та реактивної потужності за однобічного увімкнення ДЕП.</p> <p>Літературні джерела [1]с. 233-237</p>
22	<p>Самозбудження синхронних генераторів, які працюють на ненавантажені електропередачі надвисокої номінальної напруги</p> <p>Векторні діаграми синхронного генератора за різних навантажень. Розрахункова схема роботи синхронного генератора на ненавантажену електропередачу. Умови здійсненості режиму самозбудження синхронного генератора</p> <p>Літературні джерела [1]с. 238-244</p>
23	<p>Ферорезонанс в електричних системах з дальніми електропередачами</p> <p>Визначення ферорезонансу в електричних мережах. Вольт-амперна характеристика елементів послідовного ферорезонансного кола. Вольт-амперна характеристика паралельного ферорезонансного кола</p> <p>Літературні джерела [1]с. 245-249</p>
24	<p>Дослідження усталених режимів дальніх електропередач чверть- та півхвильової довжини</p> <p>Векторна діаграма напруги та струму дальньої електропередачі чвертьхвильової довжини. Розподіл напруги вздовж електропередачі чвертьхвильової довжини в режимі неробочого ходу. Розрахункова схема та параметри режиму дальньої електропередачі півхвильової довжини. Розподіл напруги та струму вздовж ідеалізованої електропередачі півхвильової довжини</p>

	<i>Літературні джерела [1]с. 250-256</i>
25	<i>Загальні відомості про несиметричні режими електричних систем Характеристика причин виникнення несиметричних режимів ДЕП. Характеристика заходів, направлених на компенсацію несиметрії режимів ДЕП Літературні джерела [1]с. 257-259</i>
26	<i>Застосування методу симетричних складових до аналізу несиметричних режимів дальньої електропередачі Основні положення методу симетричних складових. Взаємне перетворення режимних параметрів ДЕП між системами фазних координат та симетричних складових. Характеристики систем несиметричних складових Літературні джерела [1]с. 260-269</i>
27	<i>Моделювання режимів дальньої електропередачі за пофазної несиметрії параметрів лінії Математична модель ДЕП за пофазної несиметрії параметрів. Заступні схеми ділянки електропередачі в системі координат симетричних складових. Комплексна заступна схема електропередачі за фазної несиметрії параметрів. Узагальнена комплексна заступна схема несиметричного режиму за вимкнення двох фаз. Комплексна заступна схема режиму однофазного короткого замикання. Літературні джерела [1]с. 270-279</i>
28	<i>Моделювання несинусоїдних режимів електричних систем Характеристика причин виникнення несинусоїдних режимів ДЕП. Математична модель аналізу несинусоїдного режиму ДЕП. Характеристика заходів, направлених на обмеження несинусоїдності режимів ДЕП. Літературні джерела [1]с. 279-282</i>
29	<i>Компенсація зарядної потужності дальніх електропередач Ефект Ферранті в ДЕП. Обмеження довжини електропередачі за умовами режиму напруги в режимі однобічного увімкнення. Шунтувальні реактори. Розташування ШР вздовж ДЕП. Визначення потужності та способу приєднання ШР. Керовані шунтувальні реактори. Літературні джерела [1]с. 283-296</i>
30	<i>Пропускна здатність електропередачі та її збільшення Визначення пропускної здатності ДЕП. Коефіцієнт запасу стійкості. Характеристика засобів підвищення пропускної здатності. Компенсація хвильового опору ДЕП. Компенсація та налагодження електричної довжини ДЕП. Способи підключення пристроїв компенсації та налагодження параметрів дальньої електропередачі. Ємнісна компенсація індуктивного реактансу електропередачі. Збільшення індуктивного реактансу електропередачі. Компенсація ємнісного суццептансу електропередачі. Збільшення ємнісного суццептансу електропередачі. Літературні джерела [1]с. 297-310</i>
31	<i>Пристрої компенсації поздовжнього індуктивного опору дальньої електропередачі Установки ємнісної поздовжньої компенсації. Розташування УПК вздовж ДЕП. Розрахунок УПК. УПК із системою тиристорного керування Літературні джерела [1]с. 311-321</i>
32	<i>Компактні лінії електропередавання підвищеної пропускної здатності Збільшення пропускної здатності леп шляхом зміни її конструктивного виконання. Конструкція компактних ЛЕП Літературні джерела [1]с. 322-326</i>
33	<i>Баланс реактивної потужності в енергосистемах, об'єднаних на паралельну роботу за допомогою дальньої електропередачі Джерела реактивної потужності в енергосистемах з ДЕП. Зміна балансу реактивної потужності шляхом регулювання перепаду напруги на кінцях ДЕП. Регулювання напруги</i>

	<i>та реактивної потужності синхронного генератора. Синхронні компенсатори. Батарея статичних конденсаторів. Статичні тиристорні компенсатори. СТАТКОМ Літературні джерела [1]с. 327-342</i>
34	<i>Силові автотрансформатори в мережах надвисокої номінальної напруги Конструктивне виконання силових автотрансформаторів. Електрична та трансформаторна складові потужності АТ. Типова потужність АТ та коефіцієнт вигідності. Конструкція триобмоткового АТ Літературні джерела [1]с. 343-348</i>
35	<i>Заступні схеми силових автотрансформаторів Схеми протікання струмів намагнічення та короткого замкнення силового автотрансформатора. Заступні схеми силового автотрансформатора. Визначення параметрів заступної схеми силового АТ. Особливості конструктивного виконання триобмоткових АТ. Визначення параметрів заступної схеми триобмоткових АТ. Втрати потужності та енергії в силових АТ Літературні джерела [1]с. 349-367</i>
36	<i>Регулювання напруги силових автотрансформаторів Схема підключення пристрою РПН до силового АТ напругою 330-500 кВ. Застосування ВДТ для регулювання напруги в АТ напругою 750 кВ. ВДТ з подовжнім та поперечним регулюванням. Еквівалентна схема регулювання напруги в АТ 750 кВ. Визначення робочої відпайки пристрою РПН та фактичної напруги на затискачах АТ Літературні джерела [1]с. 368-375</i>

#### Практичні заняття

№	Тема заняття	Годин
1	<i>Визначення погонних параметрів лінії електропередавання, надвисокої номінальної напруги</i>	2
2	<i>Розрахунок хвильових параметрів електропередачі, електричної довжини та натуральної потужності лінії</i>	2
3	<i>Розрахунок параметрів еквівалентного чотириполіусника лінії електропередавання, силових трансформаторів, пристроїв компенсації та налагодження параметрів електропередачі</i>	2
4	<i>Розрахунок еквівалентних позірних параметрів дальньої електропередачі</i>	2
5	<i>Дослідження розподілу напруги та реактивної потужності вздовж дальньої електропередачі</i>	2
6	<i>Розрахунки параметрів усталених режимів дальньої електропередачі, формування та дослідження векторних діаграм напруги та струму на початку та наприкінці електропередачі</i>	2
7	<i>Ітераційний розрахунок режиму дальньої електропередачі</i>	2
8	<i>Розрахунок та дослідження втрат активної потужності, зарядної потужності та індуктивних втрат реактивної потужності в дальній електропередачі</i>	2
9	<i>Формування кругової діаграми напруги. Графо-аналітичний розрахунок усталеного режиму електропередачі за допомогою кругової діаграми напруги</i>	2
10	<i>Формування кругової діаграми потужності. Графо-аналітичний розрахунок усталеного режиму електропередачі за допомогою кругової діаграми потужності</i>	2
11	<i>Визначення параметрів граничного режиму дальньої електропередачі</i>	2
12	<i>Формування кутової характеристики потужності. Дослідження статичної та динамічної стійкості режиму дальньої електропередачі</i>	2
13	<i>Розрахунок режиму дальньої електропередачі із проміжним відбором потужності</i>	2



14	Дослідження розподілу напруги вздовж електропередачі за однобічного увімкнення, дослідження можливості організації синхронізації електропередачі із суміжними енергосистемами	2
15	Дослідження виникнення умов самозбудження синхронних генераторів, які працюють на дальню електропередачу	2
16	Дослідження неповнофазних режимів дальньої електропередачі	2
17	Компенсація надлишкової зарядної потужності дальньої електропередачі	2
18	Збільшення пропускної здатності дальньої електропередачі	2
ВСЬОГО		36

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	27
2	Виконання розрахунково-графічної роботи	12
3	Підготовка до МКР	3
4	Підготовка до іспиту	30
ВСЬОГО		72

## 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 та практичних заняттях;
- правила поведінки на заняттях: студент 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;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 5% шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР;
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів;
- 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 «Основи механічних розрахунків повітряних ліній електропередавання»;

- 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:** експрес-опитування, РГР, МКР, розв'язання задач

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

**Семестровий контроль:** іспит

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімальна позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, успішне складання комп'ютерних тестів, семестровий рейтинг більше 35 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, що студент отримує за:

- виконання домашніх завдань за матеріалами лекцій (18 завдань);
- виконання та захист РГР;
- модульний контроль у формі комп'ютерного тестування (3 тести);
- складання іспиту.

2. Критерії нарахування рейтингових балів

2.1. Виконання домашніх завдань:

- робота виконана, можливо, з невеликими недоліками – 1 бал;
- робота не виконана або виконана з істотними недоліками – 0 балів.

За творчий підхід до виконання домашніх завдань нараховуються бонусні бали (усього не більш 5 балів).

2.2. Виконання розрахунково-графічної роботи:

- Творчо виконана робота – 10 балів;
- Робота виконана з незначними недоліками – 8-9 балів;
- Робота виконана з певними помилками – 6-7 балів;
- Робота не виконана або є грубі помилки – 0 балів (потребує переробки).

2.3. Модульні контрольні роботи у формі комп'ютерного тестування (за кожну роботу):

- більше 90% правильних відповідей – 10 балів;
- більше 75% правильних відповідей – 7 балів;
- більше 60% правильних відповідей – 5 балів;
- менше 60% правильних відповідей – 0 балів.

3. Умовою першої атестації є складання першого комп'ютерного тесту та отримання не менше 5 рейтингових балів. Умовою другої атестації – складання другого комп'ютерного тесту та отримання не менше 17 рейтингових балів.

4. На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне завдання оцінюється у 14 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 10-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8-9 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

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

### Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Поняття дальньої електропередачі. Особливості конструктивного виконання ДЕП
2. Коронний розряд навколо провідів ПЛ НВН
3. Фізичні процеси та явища, які мають місце під час передавання енергії по ДЕП
4. Заступна схема елементарної ділянки ПЛ НВН
5. Визначення погонних параметрів ДЕП
6. Хвильові параметри ДЕП
7. Зарядна потужність ДЕП. Ефект Ферранті
8. Натуральна потужність ДЕП. Робота ДЕП із навантаженням, відмінним від натуральної потужності
9. Еквівалентний чотириполіусник ДЕП
10. Розподіл напруги вздовж ДЕП
11. Розподіл струму вздовж ДЕП
12. Розподіл реактивної потужності вздовж ДЕП
13. Годографи розподілу напруги вздовж ДЕП
14. Позірні параметри ДЕП
15. Коефіцієнти Кеннеллі
16. Коефіцієнти Шварцкопфа
17. Втрати активної потужності в ДЕП
18. Втрати реактивної потужності в ДЕП
19. Моделювання режиму ДЕП за умовами початку
20. Моделювання режиму ДЕП за умовами кінця
21. Моделювання режиму ДЕП за умовами початку та напругою наприкінці
22. Моделювання режиму ДЕП за умовами кінця та напругою на початку
23. Моделювання режиму ДЕП за умовами початку та напругою по кінцях ДЕП
24. Моделювання режиму ДЕП за умовами кінця та напругою по кінцях ДЕП
25. Неоднозначність та існування режиму ДЕП
26. Кругова діаграма напруги ДЕП
27. Кругова діаграма потужності ДЕП
28. Характеристика потужності ДЕП
29. Універсальна діаграма ДЕП
30. Робочі характеристики ДЕП
31. Особливості режиму неробочого ходу ДЕП

32. Ферорезонанс напруги
33. Ферорезонанс струмів
34. Самозбудження генераторів, які працюють на ДЕП
35. Особливості режиму ДЕП чвертьхвильової довжини
36. Особливості режиму ДЕП півхвильової довжини
37. Компенсація зарядної потужності ДЕП
38. Апаратні способи компенсації зарядної потужності ДЕП
39. Пропускна здатність ДЕП
40. Інженерні способи збільшення пропускної здатності ДЕП
41. Вплив поздовжньої ємнісної компенсації на пропускну здатність ДЕП
42. Вплив поздовжньої індуктивності на пропускну здатність ДЕП
43. Вплив поперечної ємнісної компенсації на пропускну здатність ДЕП
44. Вплив поперечної індуктивної компенсації на пропускну здатність ДЕП
45. Вибір параметрів установки поздовжньої ємнісної компенсації
46. Розподіл напруги вздовж ДЕП з УПК
47. Оптимальне розташування пристрою поздовжньої ємнісної компенсації в ДЕП
48. Баланс реактивної потужності в енергосистемах, суміжних з ДЕП
49. Джерела реактивної потужності в ДЕП
50. Автотрансформатори в ДЕП
51. Схеми регулювання напруги в автотрансформаторах
52. Типова потужність та коефіцієнт вигідності автотрансформатора

**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**

#### **Силабус:**

**Складено** доц. кафедри електричних мереж та систем ФЕА к. т. н. Кацадзе Т. Л.

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

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16 червня 2023 р.)