



# Математичні задачі енергетики. Частина 2

## КУРСОВА РОБОТА

### 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>30 годин / 1 кредит ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</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: к.т.н. доц. Хоменко Олег Володимирович, 0504438044</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom <a href="https://https://classroom.google.com/c/MTU4ODYyNzI0NTA5?cjc=est6d53">https://</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

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

*Програма навчальної дисципліни «Математичні задачі енергетики. Частина 2» 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; (K02) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K06) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (K11) здатність вирішувати практичні задачі із застосування систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); (K12) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K23) здатність правильно формулювати та розв'язувати математичні задачі в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем.*

***Предмет навчальної дисципліни** - задачі моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС; математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС; обмеження при оптимізації ustalених режимів ЕЕС; методи оптимізації режимів роботи енергосистем; елементи теорії ймовірностей в задачах електроенергетики; елементи математичної статистики в задачах електроенергетики.*

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:**  
(ПР19) застосовувати додатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (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». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни «Математичні задачі енергетики. Частина 2» та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Виконання курсової роботи студентами передбачає закріплення лекційного матеріалу, набуття уміння практично розв'язувати задач моделювання, аналізу і оптимізації усталених режимів роботи електричних мереж на прикладах фрагментів реальних електричних мереж 750-10(6) кВ. Використовується промисловий комплекс комп'ютерних програм PAOTB.

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

### Основні інформаційні ресурси:

1. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. - Львів: Видавництво при Львівському університеті, 1982, - 380 с.
2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.
3. Електричні мережі та системи: підручн. / В.М. Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – К: НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с.
4. 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. Ігоря 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>
5. Журахівський, А. В. Оптимізація режимів електроенергетичних систем : навч. посібник для вузів / А. В. Журахівський, І. В. Жежеленко ; Держ. ун-т "Львівська політехніка"; ПДТУ. КАф. електропостачання пром. підприємств .. - Львів ; Маріуполь : [б. и.], 2000. - 109 с.  
<http://eir.pstu.edu/handle/123456789/15902>

### Додаткові:

6. 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>

## Навчальний контент

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

*Лекційні заняття*

*Не передбачені*

*Лабораторні роботи*

*Не передбачені*

*Практичні заняття (відсутні)*

### **Курсова робота**

Навчальний план передбачає виконання у четвертому семестрі курсової роботи.

В *першій частині* КР розглядаються питання комплексної оптимізації режимів роботи простих електричних мереж.

Студенти виконують ручні розрахунки усталеного режиму з використанням методу Ньютона-Рафсона, вибір оптимальних значень управляючих параметрів режиму з використанням градієнтного методу. Окремі фрагменти обчислень виконуються на ПК за допомогою розроблених студентами програм.

Мета *другої частини* курсової роботи:

- Адаптація теоретичних знань курсу "Математичні задачі енергетики. Частина 2" до реальних електротехнічних об'єктів;
- Отримання практичних навичок у виборі параметрів ЛЕП і трансформаторів, живлячих і магістральних мереж, роботі з довідковими мережними матеріалами;
- Освоєння розробки розрахункових схем для аналізу усталених режимів реальних електричних мереж;
- Освоєння сучасної матеріальної бази та технологій розрахунку усталених режимів;
- Освоєння реальних технологічних задач керування нормальними режимами електричних мереж (аналіз перетоків та завантаження ліній, допустимість рівнів напруги, втрати потужності та енергії на її транспорт, електроенергетичні баланси, керування комутацією мережі, оптимізація режиму та його головні регулятори, інтерактивні методи оптимізації, прогнозування режиму та ін.);
- Освоєння промислової технології розрахунків режимів, принципів організації інформаційних баз розрахункових схем, інтерфейсу користувача при аналізі режимів на основі комп'ютерного комплексу РАОТВ;
- Підготовка практичної бази знань студентів для сприйняття курсів "Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач", "Диспетчерське керування" та реалізації бакалаврських робіт.

Електротехнічні об'єкти:

- Магістральна учбова електрична мережа 330 кВ;
- Живляча учбова електрична мережа 110/3 5/10 кВ;
- Підстанції та трансформаторні зв'язки 330/110/35/10 кВ;
- Типи електричних споживачів, їх навантаження та графіки.

Вихідні дані до проекту:

- Загальна конфігурація електричної мережі 330/110 кВ;
- Індивідуальне завантаження підстанцій;
- Індивідуальна живляча мережа 3 5/10 кВ;
- Індивідуальна технологічна задача аналізу режимів (спецпитання).

Задачі студента:

- Орієнтовний прогноз усталеного режиму в живлячій та магістральні мережі;
- Вибір потужностей трансформаторів та поперечних перетинів ліній;
- Розробка індивідуальної розрахункової схеми;
- Формування файлової бази даних;
- Розрахунок усталеного вихідного режиму, аналіз правильності попередніх рішень, корекція розрахункової схеми;
- Освоєння засобів керування режимами по навантаженням, по комутації, по регуляторам режиму. Аналіз збігання ітераційних процесів, контроль точності, аналіз лістингу результатів розрахунку та ін.;
- Кінцевий розрахунок усталеного режиму. Аналіз балансу мережі в цілому та в конкретних вузлах. Контроль перетоків та рівнів напруги. Аналіз загальних втрат, втрат в трансформаторах, опорах та провідностях ЛЕП. Контрольні ручні розрахунки;
- Дослідження залежностей характеристик режиму від напруг БП, умов фіксації модуля, змін графіків навантажень та ін.;
- Інтерактивна оптимізація режиму по коефіцієнтам трансформації;
- Інтерактивна оптимізація режиму по реактивній потужності;
- Інтерактивна оптимізація режиму по розрізам живлячої мережі;
- Реалізація індивідуальної технологічної задачі аналізу режиму;
- Математичне моделювання режимних функцій на основі статистичного аналізу;
- Оформлення числового розрахункового матеріалу курсової роботи.

Організаційні аспекти:

- Проект реалізується на основі технічної бази учбової лабораторії "Електроенергетичні комп'ютерні технології" кафедри АЕ НТУУ "КПІ";
- Робота реалізується для 12 студентських бригад з 12-ма комп'ютерними робочими місцями;
- Кожний виконавець має свої інформаційні файли бази даних;
- Індивідуальність курсового проекту забезпечується індивідуальними числовими даними та дослідницьким спецпитанням.

Структура другої частини курсової роботи:

Розділ 1. Задачі курсової роботи.

Розділ 2. Математичні основи аналізу режимів.

Розділ 3. Комп'ютерний комплекс РАО ТВ.

Розділ 4. Розробка розрахункової схеми.

Розділ 5. Розрахунок вихідного режиму. Інтерфейсний аналіз.

Розділ 6. Розрахунок вихідного режиму. Технологічний аналіз.

Розділ 7. Побудова графіків залежностей режимних характеристик.

Розділ 8. Оптимізація режимів.

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Ознайомлення з теоретичними засадами виконання курсової роботи	5
2	Виконання завдань курсової роботи	20
3	Підготовка до заліку	5

## 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 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 бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.
- 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. Частина 2»
- 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 (РСО)

**Поточний контроль:** Виконання етапів і завдань курсової роботи

**Календарний контроль:** не проводиться.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконані та захищені всі етапи і завдання курсової 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 етапів курсової роботи.

<i>Виконання та захист етапів курсової роботи</i>		<i>R<sub>c</sub></i>	<i>R<sub>зал.</sub></i>	<i>R</i>
<i>50</i>		<i>50</i>	<i>50</i>	<i>100</i>

***Виконання та захист лабораторних робіт***

*Не передбачено*

***Модульна контрольна робота***

*Не передбачено*

***Форма семестрового контролю – залік***

*Критерії оцінювання заліку:*

*Максимальний рейтинг заліку R<sub>з</sub> = 50 балів.*

*Рейтинг заліку R<sub>з</sub> = 33 – 50 балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.*

*Рейтинг заліку R<sub>з</sub> = 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 заліку R<sub>з</sub> = 16 – 24 балів – студент частково відповідає на питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних електричних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.*

*Рейтинг заліку R<sub>з</sub> ≤ 15 балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті процесів моделювання складних електричних 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 (протокол №10 від 16.06.2022 р.)*

