



Математичні задачі енергетики

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) заочна</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>http://rozklad.kpi.ua/</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: к.т.н. доцент ХОМЕНКО Олег Володимирович, 050 4438044 асистент ГУЛИЙ Володимир Сергійович, 050 5872798</i> |
| Розміщення курсу | <i>Google Classroom https:// https://classroom.google.com/c/MTU4ODYyNzI0NTA5?cjc=est6d53</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

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

***Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (K01) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K08) здатність працювати автономно; (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** - задачі моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС; математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС; обмеження при оптимізації ustalених режимів ЕЕС; методи оптимізації режимів роботи енергосистем.*

***Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:** (ПР01) знати і розуміти принципи роботи електричних систем і мереж, силового обладнання електричних станцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР07) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному та електромеханічному обладнанні, відповідних*

комплексах і системах; (ПР19) застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (ПР21) знати і розуміти основні положення теорії автоматичного керування, особливості застосування різних способів регулювання параметрів режимів електричних мереж та електроенергетичних систем у застосуванні до задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем; (ПР24) вміти розробляти алгоритми вирішення задач в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням математичного апарату та сучасного програмного забезпечення; (ПР27) Створювати математичні моделі електроенергетичного обладнання та визначати режимні параметри процесів, які мають місце в електричних мережах та електроенергетичних системах в перехідних та 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», «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

Виконання курсової роботи студентами передбачає закріплення лекційного матеріалу, набуття уміння практично розв'язувати задачі 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 РАОТВ.

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. Переверзєв, В.В. Зінзура – Кропивницький: ЦНТУ, 2018 – 73 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8151/1/MathTasks%20Energ.pdf>
2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.
3. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, О. В. Мейта. – Електронні текстові 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
4. Математичні задачі енергетики. Частина 2: курсова робота «Моделювання, аналіз і оптимізація режимів роботи електричних мереж 750-10(6) кВ» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д.Б. Банін, О.В. Хоменко. - Електронні текстові данні (1 файл: 1,031 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 46 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48958>
5. 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. І. Сікорського, 2022. – 108 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/49048>

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 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 керуючих 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" 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 перетікань потужностей 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", "Теорія автоматичного керування" та реалізації бакалаврських робіт.

Електротехнічні об'єкти:

- Магістральна учбова електрична мережа 750-330 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 навантаження підстанцій;
- Індивідуальна живляча мережа 3 5/10 кВ;
- Індивідуальна технологічна задача аналізу режимів (спецпитання).

Задачі студента:

- Орієнтовний прогноз усталеного режиму в живлячій та магістральній 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 перетікань потужностей 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 (етапи) 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 |

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;
- 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 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 (РСО)

Поточний контроль: Виконання етапів і завдань курсової роботи відповідно до її структури.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені всі етапи і завдання курсової роботи, семестровий рейтинг більше 40 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 **всіх етапів** курсової роботи.

| Виконання та захист етапів курсової роботи (макс. бали) | | R_c | $R_{зал.}$ | R |
|---|--|-------|------------|-----|
| 1. 5 | | 100 | 100 | 100 |
| 2. 10 | | | | |
| 3. 5 | | | | |
| 4. 10 | | | | |
| 5. 10 | | | | |
| 6. 10 | | | | |
| 7. 20 | | | | |
| 8. 30 | | | | |

Виконання та захист лабораторних робіт

Не передбачено

Модульна контрольна робота

Не передбачено

Форма семестрового контролю – залік

Критерії оцінювання заліку:

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

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

Максимальний рейтинг заліку $R_z = 40$ балів.

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

Рейтинг заліку $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті процесів моделювання, 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 № 11 від 26.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 23.06.2023р.)