



Математичні задачі енергетики

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий(магістерський)</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>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>60 годин / 2 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</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>https://meet.google.com/lookup/h6ghudchek</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Математичні задачі енергетики» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів 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 у слухачів системи здатностей по розробці і використанню математичних моделей для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС; виконанню техніко-економічного обґрунтування рішень, що приймаються; прийняттю рішень, що відповідають новітнім досягненням рівня науки і техніки; обґрунтованому вибору ефективних методів моделювання процесів в ЕЕС, проведенню досліджень на об'єктах енергосистем, аналізу отриманих результатів; ефективному використанню сучасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій; виконанню проектно-конструкторської документації згідно з нормативними вимогами.*

***Предмет навчальної дисципліни** - математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи електроенергетичної системи (ЕЕС); методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС; статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС; оптимізаційні задачі АСДУ; регулювання напруги і реактивної потужності в електроенергетичній системі.*

Програмні результати навчання:

Компетенції:

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

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.

PR27. Створювати математичні моделі електроенергетичного обладнання та визначати режимні параметри процесів, які мають місце в електричних мережах та електроенергетичних системах в перехідних та усталених режимах.

ЗК04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК07. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК07. Дотримання вимог стандартів, норм й технічного завдання на проектування електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10. Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК12. Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

ФК13. Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії

ФК14. Здатність правильно формулювати та розв'язувати математичні задачі в галузі управління, захисту та автоматизація енергосистем.

ФК 19. Здатність виконувати проектні роботи у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем.

ФК 20. Здатність виконувати загальні інженерні розрахунки із застосуванням сучасного програмного забезпечення.

Знання:

ЗН 2. Основних положень нормативно-законодавчих документів, які регламентують дослідницьку та інноваційну діяльність в Україні.

ЗН 12. Новітніх підходів та сучасних методик проведення наукових досліджень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ЗН 14. Особливостей функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.

ЗН 20. Положень нормативної документації та особливостей виконання проектних розрахунків у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем.

ЗН 21. Особливостей застосування сучасного програмного забезпечення з метою розв'язання загальних інженерних задач.

Уміння:

УМ 1. Працювати з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами та мікропроцесорною технікою

УМ 2. Проводити аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах

УМ 7. Комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні

УМ 8. Винаходити нові шляхи вирішення проблеми економічного перетворення, розподілення, передачі та використання електричної енергії

УМ 15. Здійснювати проектну роботу в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем із дотриманням вимог чинних нормативних документів та виконувати відповідне техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень

УМ 16. Застосовувати сучасне програмне забезпечення з метою розв'язання загальних інженерних задач

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", «Електричні машини», «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Математичні задачі енергетики. Частина 1», «Математичні задачі енергетики. Частина 2». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни «Математичні задачі енергетики» та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти іноземною мовою.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розподілена на 5 розділів, а саме:

1. **Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС**, в якому в узагальненому вигляді розглядаються питання моделювання схем і режимів роботи електричних мереж ЕЕС, оптимізації їх режимів.
2. **Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС**, в якому розглядаються апроксимаційні моделі другого порядку для моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС, алгоритми їх застосування.
3. **Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС**, де розглядаються питання формування і розрахунку статистичних моделей для застосування їх при аналізі режимів роботи ЕЕС.
4. **Оптимізаційні задачі АСДУ**, в якому розглядаються область допустимих режимів і введення режимів в ОДР, оцінювання стану електричної системи.
5. **Регулювання напруги і реактивної потужності в ЕЕС**, в якому розглядаються методи і основні засоби регулювання напруги в електричних мережах.

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. Бартоломей П.И. Решение электроэнергетических задач методами второго порядка: Учеб. Пос. / Свердловск: УПИ. 1988. 88с.

Додаткові:

5. Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навчальний посібник / О.В. Хоменко: НТУУ «КПІ». - Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15649>
6. Математичні моделі електроенергетичних систем: Навчальний посібник. / В.П. Мельник. – К.: ІСДО, 1993,-336с.
7. Грабко В. В. Моделі і засоби регулювання напруги за допомогою трансформаторів з пристроями РПН: монографія / В. В. Грабко ; МОН України. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. —109 с. — ISBN 966-641-115-6.

Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Розділ 1. Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС	
1	Математичні моделі для аналізу режимів роботи ЕЕС: Схеми заміщення, системи рівнянь усталеного режиму, методи розв'язання систем рівнянь усталеного режиму Літературні джерела: [1, 3, 5]
2.	Математичні моделі для оптимізації режимів роботи ЕЕС: критерій оптимізації режимів, цільова функція, обмеження при оптимізації. Методи врахування обмежень. Математичні методи оптимізації. Літературні джерела: [1, 3]
3.	Заключні обчислення параметрів режиму: струморозподіл в мережі, потокорозподіл, втрати потужності, баланс потужності в ЕЕС Літературні джерела: [1, 3, 5]
Розділ 2. Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС	
4	Формування апроксимаційної моделі усталеного режиму роботи електричної мережі Літературні джерела: [1, 4]
5.	Методи нульового, першого і другого порядків для розв'язання систем рівнянь усталеного режиму. Загальний алгоритм розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами першого і другого порядків Літературні джерела: [1, 4]
6.	Приклади розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами другого порядку Літературні джерела: [1, 4]
7.	Апроксимаційна модель оптимізації. Методи другого порядку в оптимізаційних задачах Літературні джерела: [1, 4]
8.	Узагальнений метод Ньютона. Загальний алгоритм оптимізації з використанням методів другого порядку. Літературні джерела: [1, 4]
Розділ 3. Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС	
9.	Визначення і формування статистичних моделей. Основні визначення. Види регресійних залежностей. Алгоритм обчислення коефіцієнтів регресії. Розрахунок простих статистичних моделей. Літературні джерела: []
10.	Прості статистичні моделі: Лінійна однофакторна статистична модель. Лінійна двохфакторна та багатфакторна статистичні моделі. Квадратичні одно- та двох-факторні статистичні моделі. Приклади розрахунку моделей. Літературні джерела: []
Розділ 4. Оптимізаційні задачі АСДУ	
11.	Область допустимих режимів. Введення режимів в допустиму область Літературні джерела: [1, 3]
12.	Оцінювання стану електричної системи Літературні джерела: [1, 3]
Розділ 5. Регулювання напруги і реактивної потужності в електроенергетичній системі	
13.	Вплив напруги на техніко-економічні показники споживачів та елементів електричної системи

	<i>Літературні джерела: [2, 3, 7]</i>
14.	<i>Методи і засоби регулювання напруги Літературні джерела: [7]</i>
15.	<i>Регулювання напруги трансформаторами з РПН Літературні джерела: [7]</i>
16.	<i>Закони регулювання напруги трансформаторами з РПН Літературні джерела: [7]</i>
17.	<i>Компенсація реактивної потужності в електричних мережах Літературні джерела: [3]</i>
18.	<i>Регулювання напруги з використанням синхронних компенсаторів, шунтуючих реакторів, зміною опору мережі, перерозподілом потоків потужності у замкненій мережі Літературні джерела: [3]</i>

Лабораторні заняття (відсутні)

Практичні заняття (відсутні)

Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [3, 4, 7]</i>	11
2	<i>Підготовка до МКР Літературні джерела: [4]</i>	2
3	<i>Підготовка до заліку</i>	11

Політика та контроль

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 захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової 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 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та 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. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні матеріалів та складанні контрольних заходів з дисципліни «Математичні задачі енергетики»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР;

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: 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 модульної контрольної роботи (МКР);

МКР	Rc	Rзалік	R
60	60	40	100

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задачі № 1 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 2 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 3 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 4 – 15 балів;

Максимальний бал за МКР – 60 балів.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Залікове завдання складається з трьох теоретичних запитань.

Критерії оцінювання заліку

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

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

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС.
2. Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС
3. Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС
4. Оптимізаційні задачі АСДУ
5. Регулювання напруги і реактивної потужності в ЕЕС

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 доцентом кафедри автоматизації енергосистем,
к.т.н. Хоменко О.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 1 від 30.08.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету I (протокол №1 від 30.08.2021 р.)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.