



Математичні задачі енергетики. Частина 2

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки. Нормативні компоненти освітньої програми
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	135 годин / 4,5 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. доц. Хоменко Олег Володимирович, 0504438044
Розміщення курсу	Google Classroom https:// https://meet.google.com/lookup/hbgcc7qiuw

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 у слухачів системи здатностей по вибору і розрахунку параметрів елементів і режимів роботи електричних мереж; виконанню техніко-економічного обґрунтування рішень, що приймаються; прийняттю рішень, що відповідають новітнім досягненням рівня науки і техніки; обґрунтованому вибору ефективних методів інженерних розрахунків, 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 - 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:

Компетенції:

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

К13. 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.

К16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ПР27. Створювати математичні моделі електроенергетичного обладнання та визначати режимні параметри процесів, які мають місце в електричних мережах та електроенергетичних системах в перехідних та ustalених 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

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти іноземною мовою.

3. Зміст навчальної дисципліни

*Дисципліна структурно розподілена на **3 розділи**, а саме:*

- 1. Оптимізація режимів роботи ЕЕС, в якому розглядаються основні поняття та деякі методи оптимізації режимів, обмеження при оптимізації.**
- 2. Елементи теорії ймовірностей в задачах електроенергетики, в якому розглядаються випадкові події і випадкові величини, функція і щільність розподілу ймовірностей, закони розподілення ймовірностей.**
- 3. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики, де розглядаються питання визначення законів розподілення ймовірностей випадкових величин на основі статистичної інформації.**

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.

Додаткові:

4. 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>
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>
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>

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)
	Розділ 1. Оптимізація режимів роботи ЕЕС
1	Задачі оптимізації режимів роботи ЕЕС. Основні задачі оптимального управління електроенергетичним системами. Пошук екстремумів функцій. Основні визначення. Літературні джерела: [1, 5]
2.	Математичні моделі оптимізації режимів ЕЕС. Математичні моделі оптимізації режимів електроенергетичних систем. Загальні положення. Постановка задачі оптимізації режиму. Літературні джерела: [5]
3.	Цільова функція. Залежні і незалежні параметри режиму. Управляючі параметри. Приклади. Літературні джерела: [5]
4.	Обмеження при оптимізації усталених режимів ЕЕС. Обмеження при оптимізації усталеного режиму. Загальні положення. Обмеження у вигляді рівнянь і у вигляді нерівностей. Приклади. Літературні джерела: [5]
5.	Урахування обмежень у вигляді рівнянь. Метод Лагранжа. Приклади. Літературні джерела: [5]
6.	Урахування обмежень у вигляді нерівностей. Метод штрафних функцій. Штрафні функції. Приклади. Літературні джерела: [5]
7.	Методи оптимізації режимів роботи енергосистем. Оптимальний розподіл активних потужностей електростанцій методом Лагранжа. Постановка задачі. Основні співвідношення. Алгоритм. Літературні джерела: [5]
8.	Приклад розв'язання задачі оптимізації розподілу активних потужностей методом Лагранжа. Методи визначення відносних приростів втрат потужностей. Літературні джерела: [5]
9.	Застосування градієнтних методів для оптимізації режимів енергосистем. Основні визначення градієнтних методів. Загальні положення. Градієнтний метод оптимізації режимів. Загальний алгоритм метода. Графічна інтерпретація. Літературні джерела: [5]
10.	Визначення складових вектора-градієнта. Літературні джерела: [5]
11.	Оптимізація розподілу реактивних потужностей градієнтним методом. Літературні джерела: [5]
	Розділ 2. Елементи теорії ймовірностей в задачах електроенергетики
12.	Основні визначення теорії ймовірностей. Властивості статистичної ймовірності. Літературні джерела: [6]
13.	Незалежні і залежні випадкові події. Закони обчислення ймовірностей складних випадкових подій. Літературні джерела: [6]
14.	Формула Бернуллі. Локальна теорема Лапласа. Літературні джерела: [6]
15.	Випадкові величини. Числові характеристики випадкових величин: математичне

	очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення. Момент випадкової величини. Літературні джерела: [6]
16.	Закони розподілення ймовірностей випадкових величин: рівномірне розподілення, нормальне розподілення, експоненціальне розподілення. Літературні джерела: [6]
	Розділ 3. Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики
17.	Визначення закону розподілення ймовірностей випадкових величин на основі статистичних даних. Формування статистичного ряду. Літературні джерела: [6]
18.	Статистичні числові характеристики. Вирівнювання статистичних рядів. Літературні джерела: [6]

Лабораторні роботи

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість ауд. годин
1	Розроблення математичної моделі електричної мережі Літературні джерела: [2, 4]	6
2	Аналіз прямих методів розрахунку ustalених режимів роботи електричних мереж Літературні джерела: [4]	6
3	Аналіз ітераційних методів розрахунку ustalених режимів роботи електричних мереж Літературні джерела: [4]	8
4	Оптимізація режимів роботи електричної мережі Літературні джерела: [5]	8
5	Аналіз статистичної інформації про режими роботи ЕЕС Літературні джерела: [6]	8
	ЗАГАЛОМ	36

Практичні заняття (відсутні)

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1, 3, 4, 5, 6]	19
2	Підготовка до лабораторних робіт Літературні джерела: [2, 4, 5, 6]	10
3	Підготовка до МКР Літературні джерела: [4, 5, 6]	4
4	Підготовка до екзамену	30

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 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. 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: МКР, виконання і захист лабораторних робіт.

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені ВСІ лабораторні 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 лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

<i>Виконання та захист лабораторних робіт</i>	<i>МКР</i>	<i>R_c</i>	<i>Рекз</i>	<i>R</i>
<i>40</i>	<i>20</i>	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>100</i>

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 8.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 8 балів * 5 = 40 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне правильне виконання обчислень, оформлення результатів – 4;
- повні і правильні відповіді на запитання за темою лабораторної роботи – 4.
-

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач. Виконується в два етапи календарного контролю.

Ваговий бал задачі № 1 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 2 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 3 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 4 – 5 балів;

Максимальний бал за МКР – 20 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 – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань і однієї задачі.

Критерії оцінювання екзамену

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 екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

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

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів моделювання складних динамічних систем, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

- 1 – Оптимізація режимів роботи ЕЕС;
- 2 – Елементи теорії ймовірностей в задачах електроенергетики;
- 3 - Елементи математичної статистики в задачах електроенергетики.

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 факультету¹ (протокол №1 від 30.08.2021 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.