Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра автоматизації енергосистем ФЕА

Моделювання електроенергетичних систем з використанням розріджених матриць

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалавр)***
Галузь знань	*14 «Електрична інженерія»*
Спеціальність	*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
Освітня програма	*УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ*
Статус дисципліни	*Вибіркові. Цикл професійної підготовки*
Форма навчання	*Очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*IV курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*120 годин / 4 кредити ECTS (36 годин лекцій)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік / МКР*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua/*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *к.т.н. доц. Нестерко Артем Борисович, 0954177045*
Розміщення курсу	*Google Classroom https://sites.google.com/view/apez/home*

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Моделювання електроенергетичних систем з використанням розріджених матриць» 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 розширення у студентів наступних компетентностей: К23. Здатність правильно формулювати та розв'язувати математичні задачі в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем. К28. Здатність розробляти алгоритми вирішення задач керування роботою електроенергетичної системи, виконувати загальні інженерні розрахунки із застосуванням сучасного програмного забезпечення.*

***Предмет навчальної дисципліни** – принципи побудови сучасних методичних рішень, алгоритмічних та програмних реалізацій для головних електроенергетичних задач (моделювання складних електроенергетичних систем, розрахунки усталених режимів, оптимізація конфігурації електричних мереж, оптимізація розподілу реактивних потужностей, балансування та оцінка стану електромереж тощо) в системах диспетчерського (технологічного) керування в напрямку промислової реалізації функціонального програмного забезпечення.*

Програмні результати навчання:
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», " Обчислювальна техніка та програмування", «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Промислова електроніка». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

*Дисципліну структурно розподілено на **2 розділи**, а саме:*

1. ***Методи Ньютона. Учбово-програмна реалізація розрахунку режимів,** в якому розглядаються алгоритми блочної факторизації та форми рівнянь стану мережі.*
2. ***Спеціальні питання розрахунку, аналізу та оптимізації режимів,** в якому розглядаються алгоритми та методи фіксації модулів напруг та оптимізації режимів електричних мереж .*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач. Моделі, методи, алгоритми і програми для промислових комп'ютерних комплексів [Електронне видання]: навч. посіб. / Д. Б. Банін, М. Д. Банін, А. В. Гнатовський. – К.: НТУУ "КПІ", 2016. – 104 с.*
2. *Конспект лекцій з дисципліни "Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://ae.fea.kpi.ua/doc/subjects/APEZ/Konspect_APEZ.doc.*
3. *Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://ae.fea.kpi.ua/doc/subjects/APEZ/Prakt_rab_APEZ.doc.*
4. *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : https://drive.google.com/file/d/1CBdantHeeDTyaOixME7mBnpvZch23Qdr/view.*
5. *Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О.В. Хоменко; НТУУ «КПІ». – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань

з/п	*(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)*
	Розділ 1. Методи Ньютона. Учбово-програмна реалізація розрахунку режимів.
1.	*Метод блочної подвійної факторизації.* *Література [1] с. 102-105.* *СРС. Приклад блочної подвійної факторизації матриці 3х3*
2.	*Форми рівнянь стану електричної мережі.* *Література [1] с. 105-106.*
3.	*Формули розрахунку часткових похідних матриці Якобі.* *Література [1] с. 106-108.* *СРС. Самостійний вивід формул часткових похідних матриці Якобі.*
4.	*Приведення методу Ньютона у відносні одиниці.* *Література [1] с. 108-110.* *СРС. Розрахунок елементів матриці Якобі і складових лінеаризованої системи рівнянь для тривузлової схеми*
	Розділ 2. Спеціальні питання розрахунку, аналізу та оптимізації режимів
5.	*Неоднозначність рішень. Методи фіксації модулів напруг.* *Література [1] с. 117-120.* *СРС. Аналіз неоднозначності режимів для схеми Фазилова*
6.	*Оптимізація режимів електричних мереж. Метод спрощення матриці Гессе.* *Література [1] с. 120-129.* *СРС. Оптимізація режимів електричних мереж методом спряжених градієнтів*
7.	*Балансування та оцінка стану електричної мережі.* *Література [1] с. 129-136.* *СРС. Оцінка стану для чотиривузлової схеми*
8.	*Розрахунок трифазних струмів к.з. на основі матриці провідностей Y.* *Література [1] с. 136-138.* *СРС. Розрахунок струмів к.з. для 14-вузлової схеми*
9.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Еквівалентне перетворення графів електричної мережі.* *Література [1] с. 139.*
10.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Тридіагональна факторизація Гівенса (метод, процес).* *Література [1] с. 139-141.*
11.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Факторизація Гівенса (структура елементарної матриці, формули обернення Якобі).* *Література [1] с. 141-142.*
12.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Тридіагональна факторизація Гівенса (приклад, модель елементарної матриці).* *Література [1] с. 142-144.*
13.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Факторизація Гівенса (загальний алгоритм, алгоритми і програми прямого і зворотного відображення векторів B та X).* *Література [1] с. 144-146.*
14.	*Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Факторизація Гівенса (модель матриці, висновки).* *Література [1] с. 146-149.* *СРС. Приклад ортогональної факторизації матриці 6х6*

15.	*Неоднозначність рішень. Методи фіксації модулів напруг.* *Література [1] с. 117-120.* *СРС. Аналіз неоднозначності режимів для схеми Фазилова*
16.	*Оптимізація режимів електричних мереж. Метод спрощення матриці Гессе.* *Література [1] с. 120-129.* *СРС. Оптимізація режимів електричних мереж методом спряжених градієнтів*
17.	*Балансування та оцінка стану електричної мережі.* *Література [1] с. 129-136.* *СРС. Оцінка стану для чотиривузлової схеми*
18.	*Розрахунок трифазних струмів к.з. на основі матриці провідностей Y.* *Література [1] с. 136-138.* *СРС. Розрахунок струмів к.з. для 14-вузлової схеми* *Розрахунки режимів на базі ортогональної факторизації. Метод Гівенса. Еквівалентне перетворення графів електричної мережі.* *Література [1] с. 139.*

Практичні заняття
(відсутні)

Лабораторні заняття
(відсутні)

6. Самостійна робота

№з/п	*Вид самостійної роботи*	*Кількість годин СРС*
1	*Підготовка до аудиторних занять* *Літературні джерела: [1-4]*	*36*
2	*Підготовка до МКР* *Літературні джерела: [1-4]*	*42*
4	*Підготовка до заліку*	*6*

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 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 модульної контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки МКР (за умови дотримання календарного плану виконання МКР);*

- *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 дедлайнів та перескладань: 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 та складанні контрольних заходів з дисципліни «Методи аналізу та дослідження складних динамічних систем»*
- *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**: експрес-опитування, МКР.*
***Календарний контроль**: провадиться одного разу в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
***Семестровий контроль**: залік*

***Умови допуску до семестрового контролю**: мінімально позитивна оцінка за МКР, 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:

- *відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;*
- *виконання модульної контрольної роботи (МКР).*

Експрес-опитування	МКР	R
40	60	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 2.
Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 40 балів.

Критерії оцінювання

- *правильні відповіді на окремі питання з місця – 4;*

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох практичних задач.

Ваговий бал задачі № 1 – 30.
Ваговий бал задачі № 2 – 30.
Максимальний бал за МКР – 60.

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.

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з дисципліни студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, він отримує позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

У разі, якщо сума рейтингових балів менше ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. Також за бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки.

Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань (задач).

Критерії оцінювання залікової роботи

Ваговий бал кожної задачі – 30.
Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20.
Максимальний бал за залікову роботу – 100.

Критерії оцінювання задачі

- *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.*

Критерії оцінювання теоретичного питання

- *студент дав вичерпну відповідь на питання, дає чіткі визначення всіх понять, відповіді логічні і послідовні – 18-20 балів;*
- *майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 15-17 балів;*
- *часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть алгоритмів, наявність незначних неточностей – 12-14 балів;*
- *часткова відповідь, недостатнє розуміння суті алгоритмів, наявність значних помилок – 1-11 балів;*
- *відсутність відповіді – 0 балів.*

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1 - *Методи Ньютона. Учбово-програмна реалізація розрахунку режимів*

2 - *Спеціальні питання розрахунку, аналізу та оптимізації режимів*

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. Нестерко А.Б.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 19 від 08.06.2026 р.)
Погоджено Навчально-методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол №10 від 24.06.2026 р.)