



АНАЛІЗ РЕЖИМІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

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>Енергетичний менеджмент, електропостачання та інжиніринг електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредитів ЕКТС (лекції – 36 год., практичні заняття – 18 год., СРС – 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота (МКР)</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, практичні заняття: д. т. н., професор Гребченко Микола Васильович, grebchenko.mykola@iit.kpi.ua; +38(095)58-19-444 (Telegram) - у робочі години. Консультації: щопонеділка, 16:00-17:00</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjIwNTExNjA0NjU0?cjc=w3kczs2</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна є обов'язковою у професійній підготовці магістрів й спрямована на формування загального розуміння та опанування технологією аналізу робочих усталених, перехідних та післяаварійних режимів в електроенергетичних та електротехнічних системах, визначення основних факторів впливу на надійність електропостачання, якість електричної енергії та стійкості систем електропостачання.

Метою надання здобувачам, що проходять підготовку за другим магістерським рівнем вищої освіти, достатній обсяг теоретичних знань та практичних вмінь та навичок формування методів аналізу для забезпечення надійності електропостачання, якісних показників електричної енергії та стійкості режимів роботи електроенергетичних та електротехнічних систем.

Предметом навчальної дисципліни є закономірності і основи функціонування, робочі усталені, перехідні та післяаварійні режими в електроенергетичних та електротехнічних системах систем електропостачання.

Програмні результати навчання:

Фахові компетентності спеціальності:

ФК1. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК3. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК9. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Забезпечення програмних результатів:

ПРН2. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН11. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН12. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері розвитку інтелектуальних систем та мереж, віртуальних електричних станцій та активних споживачів.

ПРН14. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

ПРН21. Володіти методами підвищення надійності керування електропостачанням та аналізувати режими електроспоживання споживачів електричної енергії.

ПРН24. Визначати можливості щодо підвищення ефективності участі різних груп споживачів та інших учасників ринку на оптовому та роздрібному ринку електричної енергії, формувати вимоги щодо обсягів та цін для закупівлі електричної енергії, оптимізувати графіки споживання електричної енергії з урахуванням ринкових чинників.

ПРН25. Оптимізувати існуючі гібридні системи енергозабезпечення з використанням нових систем силової електроніки та ІТ-інструментів, здійснювати діяльність, спрямовану на підвищення рівня енергоефективності та надійності функціонування електроенергетичних систем та електротехнологічних установок в умовах енергетичного переходу.

ПРН26. Реконструювати існуючі електричні мережі, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з використанням технологій Smart та автоматичного керування різними об'єктами на основі теорії нечіткої логіки та з використанням теорії штучних нейронних мереж.

ПРН27. Враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності у сфері інтелектуальних мереж та систем.

ПРН30. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти базовими знаннями освітнього рівня бакалавр з питань проектування та експлуатації електричних мереж і систем. Компетентності та програмні результати навчання, одержані в процесі вивчення кредитного модулю є необхідними для циклу професійної підготовки та подальшого якісного виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Аналіз режимів в електроенергетичних та електротехнічних системах

Розділ 1. Аналіз нормальних усталених режимів

1. Загальний стан електроенергетичних та електротехнічних систем
2. Загальна оцінка режимів електроенергетичних та електротехнічних систем
3. Децентралізовані електроенергетичні системи
4. Інтелектуальні системи та мережі
5. Віртуальні електричні станції та активні споживачі
6. Математичне моделювання режимів електроенергетичних та електротехнічних систем
7. Методи аналізу замкнених та розімкнених мереж
8. Оцінка усталених режимів магістральних електричних мереж
9. Аналіз режимів мережі 6-35 кВ у залежності від з'єднання нейтралі із землею

Розділ 2. Аналіз нестационарних режимів

10. Режими короткого замикання в електричних мережах та системах
11. Режими пуску та самозапуску електричних двигунів
12. Контроль та забезпечення балансу активної потужності в гібридних системах електропостачання
13. Несинусоїдні режими в системах електропостачання
14. Ферорезонанс в електричних мережах
15. Оптимізація режимів гібридних систем електропостачання
16. Smart технології в електроенергетичних та електротехнічних комплексах
17. Нечітка логіка для керування об'єктами електроенергетики
18. Підвищення рівня енергоефективності та надійності електротехнологічних установок

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Гребченко М.В. Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними. Навчальний посібник/ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 98 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63396>
2. Сегеда М.С., Олійник М.Й., Дудурич О.Б. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії. Навчальний посібник. Нац. ун-т «Львів. Політехніка». - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 203 с.
3. Сегеда М.С., Олійник М.Й., Лисяк В.Г. Режими систем пересилання та споживання електричної енергії. - Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 304 с.
4. Матвійчук В. А. Діагностування електрообладнання. Навч. посіб. / В. А. Матвійчук, О. Є.Рубаненко, І.О. Гунько – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 138 с.
5. Кирик В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах. Підручник – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» 2019.– 224 с.

Додаткова література (факультативно / ознайомлення)

6. Журахівський А.В., Яцейко А.Я., Бахор З.М. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: Навчальний посібник. Львів. Видавництво «Львівська політехніка». 2018. – 180 с.
7. Olexandr Kyrylenko, Andrii Zharkin, Oleksandr Butkevych, Ihor Blinov, Ievgen Zaitsev, Artur Zaporozhets Editors. Power Systems Research and Operation. Selected Problems. Studies in Systems, Decision and Control. 2022. <http://www.springer.com/series/13304>
8. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. Базюк Т.М., Білінов І.В., Буткевич О.Ф., Гончаренко І.С., Денисюк С.П., Жуйков В.Я., Кириленко О.В. та ін. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.
9. Підвищення ефективності систем з відновлюваними джерелами енергії. Жуйков В.Я., Лук'яненко Л.М., Миколаєць Д.А., та ін. К. Кафедра, 2018. – 368 с.
10. Забезпечення стійкості енергосистем та їх об'єднань. Буткевич О.Ф., Кириленко О.В., та ін. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2018. – 320 с.
11. Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski. Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, 396 p.
12. СОУ-Н EE 40.1-00100227-101:2014 Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище. Затверджено наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України №543 від 04.08.2014
13. L.Haarla, M.Koskinen, R.Hirvonen, P.-E.Labeau. Transmission Grid Security. Springer-Verlag London. 2011.
14. Advanced Technologies for Future Transmission Grids. M.Gianluigi (Ed.). Springer-Verlag London. 2013.
15. Phadke A.G., J.S.Thorp. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. Springer Science+Business Media. 2008.
16. Planning of Electric Power Distribution. Technical Principles. Siemens AG Berlin and Munich. 2014.
17. Electrical Transmission Systems and Smart Grids: Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Miroslav M Begovic. Chapter 5 Wide Area Monitoring, Protection and Control. James S. Thorp and Arun G. Phadke. DOI 10.1007/978-1-4614-5830-2
18. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. Львів. Вища школа.1989.-455 с.
19. Бурбело М.Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навчальний посібник. Вінниця. ВНТУ, 2016.- 185 с.
20. ДСТУ 4472:2005. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги. Київ, Держспоживстандарт України, 2005. 22 с.
21. ДСТУ 3755-98. Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію. Київ, Держспоживстандарт України, 1999. 13 с.
22. ДСТУ ISO 50001:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2020. 33 с.
23. Технічна політика http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=227966&cat_id=104126

Інформаційні ресурси

НЕК Укренерго <https://ua.energy/>
https://www.academia.edu/30101992/Planning_of_Electric_Power_Distribution_Technical_Principles
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ [Електрон. ресурс].
Режим доступу: <http://www.ukriee.org.ua/>
Видавництво <https://www.springer.com>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є базова література [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій та 18 годин практичних занять, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), яка складається з двох частин (за темами) тривалістю 1 акад. год. кожна.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, розрахунок режимів в електроенергетичних та електротехнічних системах, аналіз якості електричної енергії. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять (з врахуванням часу на МКР).

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Розділ 1. Аналіз нормальних усталених режимів	
1	<p>Тема 1. Загальний стан електроенергетичних та електротехнічних систем. Вступ. Структура курсу. Основні поняття та визначення. Завдання та цілі курсу. Взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Електроенергетичні системи. Призначення, класифікація, режими роботи. Централізовані та розосереджені системи Літературні джерела: [1-5]</p>
2	<p>Тема 2. Загальна оцінка режимів електроенергетичних та електротехнічних систем. Визначення режимів електроенергетичних та електротехнічних систем. Усталені режими магістральних електричних мереж. Усталені режими замкнених електричних мереж. Аварійні режими електроенергетичних та електротехнічних систем. Післяаварійні режими електроенергетичних та електротехнічних систем Літературні джерела: [1-5]</p>
3	<p>Тема 3. Децентралізовані електроенергетичні системи. Категорії розподільних мереж. Схеми централізованих та розосереджених електричних систем. Мікрогрід. Тестові схеми IEEE. Міські мережі 20 кВ Літературні джерела: [1-4]</p>
4	<p>Тема 4. Інтелектуальні системи та мережі. Підстави та передумови виникнення інтелектуальних електричних систем. Основні положення концепції Smart Grid. Гнучкі електричні лінії змінного струму FACTS. Системи моніторингу WAMS у системах електропостачання Літературні джерела: [1-5]</p>
5	<p>Тема 5. Віртуальні електричні станції та активні споживачі. Нерівномірність графіків навантаження. Принцип дії віртуальних електростанцій. Реалізація віртуальних електростанцій. Активні споживачі. Літературні джерела: [1-4]</p>
6	<p>Тема 6. Математичне моделювання режимів електроенергетичних та електротехнічних систем. Фізичне та математичне моделювання режимів електроенергетичних та</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	електротехнічних систем. Особливості моделювання трифазних систем. Схеми заміщення трифазної системи. Моделювання несиметричних режимів Літературні джерела: [1-4]
7	Тема 7. Методи аналізу замкнених та розімкнених мереж. Цифрові двійники електромереж для промисловості. Огляд проблеми аналізу режимів електричних мереж. Аналіз режимів розімкнених електричних мереж. Аналіз режимів замкнених електричних мереж Літературні джерела: [1-4]
8	Тема 8. Оцінка усталених режимів магістральних електричних мереж. Усталений режим магістральної електричної мережі. Векторна діаграма магістральної електричної мережі. Визначення найбільшої втрати напруги Літературні джерела: [1-4]
9	Тема 9. Аналіз режимів мережі 6-35 кВ у залежності від з'єднання нейтралі із землею. Переваги й недоліки ізолюваного режиму нейтралі. Особливості застосування різних режимів нейтралі. Режим мережі у разі однофазного замикання на землю. Режим ізолюваної нейтралі електричних мереж 3-35 кВ. Обмеження перенапруг у мережах з ізолюваною нейтраллю. Літературні джерела: [1-4]
Розділ 2. Аналіз нестационарних режимів	
10	Тема 10. Режими короткого замикання в електричних мережах та системах. Виникнення режиму к.з., види к.з., причини виникнення, наслідки к.з., векторні діаграми. Як визначається виникнення режиму к.з. й якими параметрами він характеризується. Фактори, що впливають на режим к.з. Обмеження струмів к.з. Усунення к.з., резервування відмови вимикача Літературні джерела: [1-4]
11	Тема 11. Режими пуску та самозапуску електричних двигунів. Загальна характеристика видів електричного навантаження. Режим пуску синхронних й асинхронних двигунів. Самозапуск одного електричного двигуна. Самозапуск групи електричних двигунів Літературні джерела: [1-4]
12	Тема 12. Контроль та забезпечення балансу активної потужності в гібридних системах електропостачання. Гібридні системи електропостачання (на основі вітро- та сонячних станцій). Контроль активної потужності відновлюваних джерел енергії. Системи накопичення електричної енергії. Забезпечення балансу активної потужності в гібридних системах електропостачання Літературні джерела: [1-4]
13	Тема 13. Несинусоїдні режими в системах електропостачання. Виникнення несинусоїдних режимів в системах електропостачання.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	Розрахунок коефіцієнта несинусоїдності напруги. Визначення гармонік (спектральний аналіз) в електричних мережах. Вплив гармонік на електричні мережі Літературні джерела: [1-4]
14	Тема 14. Ферорезонанс в електричних мережах. Умови виникнення ферорезонансу в електричних мережах. Ферорезонанс під час однофазних замикань на землю. Анतिрезонансні трансформатори напруги Літературні джерела: [1-4]
15	Тема 15. Оптимізація режимів гібридних систем електропостачання. Режими гібридних систем електропостачання. Оптимізація втрат потужності в гібридних системах електропостачання. Регулювання реактивної потужності в гібридних системах електропостачання. Транспортна задача в гібридних системах електропостачання Літературні джерела: [1-4]
16	Тема 16. Smart технології в електроенергетичних та електротехнічних комплексах. Цифрові підстанції. Інформаційні потоки. Керування режимами. Інтелектуальне керування режимами електроенергетичних та електротехнічних комплексів. Системи моніторингу в електроенергетичних та електротехнічних комплексах Літературні джерела: [1-5]
17	Тема 17. Нечітка логіка для керування об'єктами електроенергетики. Елементи штучного інтелекту в електроенергетичних задачах. Інтелектуальні системи з нечітким логічним контролером. Методологія нечіткої логіки. Приклади реалізації систем з елементами штучного інтелекту Літературні джерела: [1-5]
18	Тема 18. Підвищення рівня енергоефективності та надійності електротехнологічних установок. Розрахунки енергоефективності електротехнологічних установок. Оцінювання надійності електротехнологічних установок. Заходи забезпечення необхідного рівня енергоефективності електротехнологічних установок. Заходи забезпечення надійності електротехнологічних установок Літературні джерела: [1- 5]

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Тема 1. Створення математичної моделі електричної мережі Літературні джерела: [1- 4]
2	Тема 2. Дослідження усталених режимів електричної мережі на

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	математичній моделі Літературні джерела: [1-4]
3	Тема 3. Аналіз режимів замкнених та розімкнених електричних мереж Літературні джерела: [1-4]
4	Тема 4. Дослідження режимів електричних мереж 3-35кВ Модульна контрольна робота Літературні джерела: [1-4]
5	Тема 5. Аналіз параметрів мережі в режимі короткого замикання Літературні джерела: [1-4]
6	Тема 6. Дослідження режиму відновлення напруги у системі з електричними двигунами Літературні джерела: [1-4]
7	Тема 7. Оцінка гармонік генерованих вентиляними перетворювачами Літературні джерела: [1-4]
8	Тема 8. Аналіз умов виникнення ферорезонансу в електричних мережах Модульна контрольна робота Літературні джерела: [3-4]
9	Тема 9. Визначення оптимальної конфігурації електричної мережі з використанням генетичного алгоритму Літературні джерела: [5]

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	56
2	Підготовка до МКР	4
3	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.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Classroom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Аналіз режимів в електроенергетичних та електротехнічних системах» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; практикум; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; перелік питань до заліку розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені PCO 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 балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10% від максимальної кількості балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів. Заохочувальні бали нараховують за участь у наукових конференціях, студентських конкурсах та олімпіадах, за написання статті та її публікацію. За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 8 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 5 балів.*
- *політика дедлайнів та перескладань: кожен студент зобов'язаний дотримуватися термінів виконання завдань у межах розкладу проведення аудиторних занять з дисципліни. Обов'язковим контрольним заходом оцінювання для допуску до заліку є написання МКР та виконання 9 практичних завдань. Студент, що з поважної причини (лікарняний, академічна мобільність тощо) не написав МКР, має право зробити це під час регулярних консультацій викладача згідно розкладу. Порядок перескладання семестрового контролю визначається загальними правилами університету¹.*
- *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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни. Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі²;*
- *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.*

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР, виконання завдань за тематикою практичних занять.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

¹ Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (Додаток 1 до наказу № 7-137 від 0.08.2020 р.). URL: https://kpi.ua/document_control

² Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

1. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання завдань за тематикою практичних занять (90 балів);
- написання МКР (10 балів).

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Виконання завдань за тематикою практичних занять: ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за виконання завдань за тематикою практичних занять – 10 балів * 8 завдань = 80 балів.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Впродовж практичного заняття студенти отримують індивідуальні завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу на поточному занятті або до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Критерії оцінювання:

- завдання вирішено вірно та здано на поточному занятті або протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 10 балів;
- завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 8 балів;
- завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 6 балів;
- завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 4 бали;
- завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

2.2 Написання модульної контрольної роботи: ваговий бал за першу частину МКР – 10 та за другу частину МКР – 10. Максимальний бал за дві частини МКР складає 20 балів.

Протягом семестру проводиться одна модульна контрольна робота, яка поділяється на дві одноденні контрольні роботи, для кожної з яких встановлюються такі критерії оцінювання:

- повна відповідь на теоретичні питання, задачі вирішені правильно – 9-10 балів;
- відповідь на теоретичні питання з незначними недоліками, незначні помилки у вирішенні задач – 7-8 бали;
- відповідь на теоретичні питання з суттєвими недоліками, значні помилки у вирішенні задач – 6 балів;
- незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач – 0 балів.

З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семеструзначається один день, у який проводиться перездача робіт.

3. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

4. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані 8 завдань та МКР .

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на

останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

З метою посилення зацікавленості здобувачів у якісному виконанні індивідуальних семестрових завдань, передбачених індивідуальним навчальним планом здобувача, рейтингову оцінку, у разі виконання залікової контрольної роботи, можна визначати як суму балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальне семестрове завдання. У цьому випадку розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання відповідного індивідуального семестрового завдання. Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Перелік запитань до заліку, що наданий у додатку до силабусу, надається викладачем і викладено на інформаційних ресурсах (Кампус, Google Classroom).

Залікова контрольна робота оцінюється у 20 балів. Кожне завдання містить два теоретичних запитання й одне практичне завдання. Перелік запитань, що наданий у додатку до силабусу, надається викладачем і викладено на інформаційних ресурсах (Кампус, Google Classroom). Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 5 балів, а практичне – у 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – відповідно 5 балів за теоретичне запитання та 9–10 балів за практичне завдання;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – відповідно 3–4 бали за теоретичне запитання та 6–8 балів за практичне завдання;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – відповідно 2 бали за теоретичне запитання та 4–5 балів за практичне завдання;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Виконання завдань до практичних занять	8	48	80
МКР	2	12	20
Підсумковий рейтинг		60	100

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

Тема 1. Загальний стан електроенергетичних та електротехнічних систем

Тема 2. Загальна оцінка режимів електроенергетичних та електротехнічних систем

Тема 3. Децентралізовані електроенергетичні системи

Тема 4. Інтелектуальні системи та мережі

Тема 5. Віртуальні електричні станції та активні споживачі

Тема 6. Математичне моделювання режимів електроенергетичних та електротехнічних систем

Тема 7. Методи аналізу замкнених та розімкнених мереж

Тема 8. Оцінка усталених режимів магістральних електричних мереж

Тема 9. Аналіз режимів мережі 6-35 кВ у залежності від з'єднання нейтралі із землею

Тема 10. Режими короткого замикання в електричних мережах та системах

Тема 11. Режими пуску та самозапуску електричних двигунів

Тема 12. Контроль та забезпечення балансу активної потужності в гібридних системах електропостачання

Тема 13. Несинусоїдні режими в системах електропостачання

Тема 14. Ферорезонанс в електричних мережах

Тема 15. Оптимізація режимів гібридних систем електропостачання

Тема 16. Smart технології в електроенергетичних та електротехнічних комплексах

Тема 17. Нечітка логіка для керування об'єктами електроенергетики

Тема 18. Підвищення рівня енергоефективності та надійності електротехнологічних установок

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Для самостійного вивчення пропонуються відносно прості запитання, які носять у більшості випадків описовий характер, призначені для розширення кругозору студентів та повторення матеріалів, які вивчались у інших дисциплінах, та мають безпосереднє відношення до дисципліни.

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та практичні заняття, а також елементи роботи в командах та групових дискусій. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський» на базі G Suite for Education, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами

використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

*Професор кафедри електропостачання, докт. техн .наук, професор,
Гребченко Микола Васильович*

Ухвалено кафедрою електропостачання (протокол № 21 від 7 червня 2023 р.).

Погоджено Методичною радою інституту (протокол № 9 від 22 червня 2023 р.)