



Надійність електроенергетичних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, Електротехніка та Електромеханіка
Освітня програма	Електричні системи і мережі
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 години)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / модульна контрольна робота
Розклад занять	4 години лекційних занять на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Богомолова О.С., т. +380502838475
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTU5ODIyNTM5MDQ1?cjc=hq6gpul

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Надійність електроенергетичних систем» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Електричні системи і мережі» спеціальності 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

ЗК02. Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

К19. Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

К26. Здатність оцінювати показники надійності функціонування обладнання електричних мереж та електроенергетичних систем.

Знання:

ПР21. Знати положення теорії ймовірності, диференціального числення та теорії стійкості у застосуванні до задач у галузі електричних мереж та електроенергетичних систем.

ПР24. Знати принципи розрахунку та способів підвищення показників надійності функціонування обладнання електричних мереж та електроенергетичних систем.

ПР26. Знати положення нормативної документації та особливостей виконання проектних розрахунків у галузі електричних мереж та електроенергетичних систем.

ПР28. Знати принципи практичного застосування сучасних інтелектуальних технологій для створення програм підтримки рішень в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем.

- термінології та визначень щодо надійності лінійного та силового обладнання електричних мереж та систем;
- сутності явищ у процесах визначення надійності під час передавання та розподілення електричної енергії; новітніх методів дослідження надійності систем з нерезервованими та резервованими елементами; -
- законів теорії надійності технологічних процесів вироблення, передавання, розподілення та споживання електричної енергії.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРО9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.

ПР37. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку електроенергетичних систем.

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

Дисципліна базується на знаннях отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та алгоритми мови», «Теоретичні основи електротехніки», «Математичні задачі енергетики», «Електричні мережі та системи».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна передбачає наступні **теми лекційних занять**:

1. Загальні принципи аналізу надійності електроенергетичних систем
2. Загальні принципи забезпечення та керування надійністю електроенергетичних систем
3. Основні термінологічні поняття та показники надійності електроенергетичних систем
4. Аналіз, нормування та забезпечення надійності електроустановок
5. Аналіз та забезпечення надійності електричних мереж
6. Методи оптимізації надійності електричних мереж на стадії проектування та в умовах експлуатації
7. Аналіз та забезпечення надійності розподільних пристроїв підстанцій та електричної частини електростанцій
8. Основні напрями аналізу надійності електроенергетичних систем та енергооб'єднань
9. Підвищення надійності та живучості електроенергетичних систем засобами релейного захисту та протиаварійної автоматики
10. Розвиток та визначення резерву потужностей електроенергетичних систем для забезпечення надійності
11. Урахування нормативних вимог надійності в задачах розвитку електроенергетичних систем

12. Урахування вимог надійності під час планування енергетичних та електричних режимів
13. Оперативне керування надійністю поточних режимів електроенергетичних систем
14. Побудова автоматизованої систем керування надійністю в електроенергетиці

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А.В. Журахівський, С.В. Казанський, Ю.П. Матеєнко, О.Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «політехніка», 2017. – 459 с. – Бібліогр. : с. 450-452.
2. Казанський С.В., Матеєнко Ю.П., Сердюк Б.М. Надійність електроенергетичних систем. Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011, 216 с.
3. Казанський С.В. Надійність електроенергетичних систем. Практикум. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». - 2020 р. – 67 с.
4. ГНД 34.09.453-2003 Розрахунок показників надійності для електростанцій, теплових мереж та енергокомпаній. Методика. Затв. Наказом Мінпаливенерго України від 23.12.2003 р. №782. – Київ : ОЕП «ГРІФРЕ», 2004. – 42 с.
5. Журахівський А. В. Надійність електричних систем і мереж: [навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. електротехн. спец.] / А. В. Журахівський, Б. М. Кінаш, О. Р. Пастух.; Національний університет «Львівська політехніка». – Львів : Вид. Львівської політехніки, 2012. – 280 с.

Додаткові інформаційні ресурси:

6. ДСТУ 2860 – 94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
7. ДСТУ 2566 – 94. Засоби радіоелектронні. Надійність резервованих систем. Загальні положення.
8. Зайцев, Є., Кучанський, В., & Гунько, І. (2021). Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановок. Publishing House «European Scientific Platform». <https://doi.org/10.36074/penereme-monograph.2021>
9. Frank Beichelt, Peter Tittmann Reliability and Maintenance Networks and Systems. Chapman and Hall/CRC press, 2012.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції

1. Загальні принципи аналізу надійності електроенергетичних систем
Основні поняття надійності електроенергетичної системи. Формування загальної характеристики проблеми аналізу надійності електроенергетичних систем.
2. Загальні принципи забезпечення та керування надійністю електроенергетичних систем
Причини та наслідки порушень електропостачання споживачів. Забезпечення та керування надійністю електроенергетичних систем.
3. Основні термінологічні поняття та показники надійності електроенергетичних систем
Термінологічна система основних понять теорії надійності в електроенергетиці. Основні показники безвідмовності, довговічності та ремонтваності.
4. Аналіз, нормування та забезпечення надійності електроустановок
Моделі надійності електроустановок як невідновлювальних об'єктів. Моделі надійності електроустановок як відновлювальних. Визначення надійності електроустановок з

паралельно-послідовним з'єднанням елементів. Нормативні та оптимізаційні задачі надійності електроустановок на стадії проектування та в процесі експлуатації

5. Аналіз та забезпечення надійності електричних мереж

Вихідні умови аналізу надійності електричної. Аналіз структурної надійності простих схем електричних мереж. Аналіз структурної надійності складних схем електричних мереж. Метод прямого обчислення показників структурної надійності схем електричних мереж

6. Методи оптимізації надійності електричних мереж на стадії проектування та в умовах експлуатації

Наближений аналіз функціональної надійності електричних мереж. Забезпечення надійності електричних мереж на стадії проектування. Забезпечення надійності електричних мереж в умовах експлуатації. Оптимізаційні задачі надійності електричних мереж

7. Аналіз та забезпечення надійності розподільних пристроїв підстанцій та електричної частини електростанцій

Надійність покриття електростанцією заданого графіка навантаження. Аналіз надійності схем розподільних установок електростанцій та підстанцій. Принципи аналізу надійності блискавкозахисту електроустановок розподільних установок. Аналіз надійності живлення власних потреб електростанцій та підстанцій. Забезпечення надійності підстанцій та електричної частини станцій

8. Основні напрями аналізу надійності електроенергетичних систем та енергооб'єднань

Аналіз балансової надійності концентрованих електроенергетичних систем. Аналіз балансової надійності неконцентрованих електроенергетичних систем та енергооб'єднань. Принципи аналізу режимної надійності електроенергетичних систем та енергооб'єднань. Особливості аналізу перехідної надійності електроенергетичних систем

9. Підвищення надійності та живучості електроенергетичних систем засобами релейного захисту та протиаварійної автоматики

Засоби релейного захисту та протиаварійної автоматики, що використовуються для забезпечення надійності електроенергетичних систем: призначення, характеристики, особливості застосування. Поняття живучості електроенергетичних систем та енергооб'єднань. Параметри живучості та їх визначення. Підвищення надійності електроенергетичних систем та енергооб'єднань шляхом посилення їх режимної керованості

10. Розвиток та визначення резерву потужностей електроенергетичних систем для забезпечення надійності

Чинники розвитку генерувальних потужностей, що впливають на надійність електроенергетичних систем. Види та визначення резервів потужності електроенергетичних систем з огляду надійності. Забезпечення стійкоздатності електроенергетичних об'єднань посиленням міжсистемних зав'язків.

11. Урахування нормативних вимог надійності в задачах розвитку електроенергетичних систем

Нормування надійності на етапі розвитку електроенергетичних систем. Урахування надійності у чинних нормах технологічного проектування елементів електроенергетичних систем. Нормативи надійності та їх вплив на розвиток електроенергетичних систем

12. Урахування вимог надійності під час планування енергетичних та електричних режимів

Урахування вимог надійності під час планування енергетичних режимів. Урахування вимог надійності під час планування електричних режимів. Планування ремонтів елементів електричних мереж з урахуванням вимог надійності

13. Оперативне керування надійністю поточних режимів електроенергетичних систем

Оперативний контроль надійності режиму за умовами допустимості його параметрів. Оперативний контроль надійності режиму за умовами стійкості паралельної роботи та за узагальненими показниками. Вплив кваліфікації експлуатаційного персоналу на забезпечення нормативів надійності

14. Побудова автоматизованої систем керування надійністю в електроенергетиці

Загальні принципи автоматизованої системи керування надійністю електроенергетичної системи. Структурна схема системи керування надійністю ЕЕС та її елементи. Заходи щодо впровадження автоматизованої системи керування надійністю в об'єднаній електроенергетичній системі України

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Підготовка до експрес-тестів – 26 годин.

Підготовка МКР – 20 годин.

Самостійне опрацювання тем – 20 годин.

Усього 66 годин самостійної підготовки.

Політика та контроль**7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)****Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали**

Студентам можуть нараховуватися заохочувальні бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Заохочувальні бали:

<i>Критерій</i>	<i>Ваговий бал</i>
<i>Опитування під час лекційних занять: правильна відповідь оцінюється в 1 бал</i>	<i>6 балів</i>
<i>Створення інфографіки або іншого засобу графічної інтерпретації інформації для однієї з тем курсу</i>	<i>5 балів</i>
<i>Участь у міжнародних, всеукраїнських наукових заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни): публікація тез доповідань чи статей</i>	<i>10 балів</i>

Відвідування занять

Штрафні бали за відсутність на заняттях не виставляються. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для виконання лабораторних робіт.

Викладач може звернути увагу на відвідування занять у випадку, якщо студент(-ка) із недостатньою кількістю балів вимагає високу оцінку.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи оцінювання

Контрольні заходи оцінювання, виконання яких передбачено на занятті, проводяться у завчасно визначений день, який озвучується студентам на першому тижні освітнього процесу. Виконання таких контрольних заходів оцінювання в інший день дозволяється за вагомих та/або форс-мажорних обставин.

Результат модульної контрольної роботи для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент має можливість написати модульну контрольну роботу у інший час за погодженням із викладачем. Перенесення строків проходження тесту можливе лише з поважних причин (хвороба, інші форс-мажорні обставини).

Повторне тестування в рамках модульної контрольної роботи та/або захисту лабораторного практикуму допускається зі штрафними балами (-1 бал за кожну додаткову спробу).

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

Після отримання коментарів від викладача з аргументацією щодо оцінки, студент(-ка) має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які його/її цікавлять стосовно результатів контрольних заходів оцінювання. Якщо студент(-ка) категорично не погоджується з оцінкою, він/вона мають також навести аргументи щодо своєї позиції та звернутися до завідувача кафедри для подальшого вирішення питання.

Академічна доброчесність

У разі використання контенту, захищеного авторським правом, результатів аналітичних досліджень та/або іншої інформації, студенти мають обов'язково вказувати джерело.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Дистанційне навчання

Проходження он-лайн курсів передбачено у випадку форс мажорних обставин (зокрема, карантинних заходів) та для інклюзивного навчання студентів з вадами опорно-рухового апарату.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна розрахована на вивчення для студентів із особливими освітніми потребами, але слід враховувати велике навантаження на зоровий апарат. В залежності від особливих потреб студентів можливе використання дистанційного навчання.

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

Поточний контроль: експрес-тест, МКР.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 35 балів та успішне виконання МКР.

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

Загальна рейтингова система оцінювання здобувача після звершення семестру складається з балів, отриманих за:

- Відповіді під час проведення експрес-тесту;
- Виконання модульної контрольної роботи;
- Заохочувальних балів за продуктивну роботу.

Тест (3*10)	МКР (4x15)	Заохочення
30	60	10

Експрес – тест

Максимальна кількість балів 30 (три тести по 10 балів).

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі запитання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 -1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконане завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за одне завдання МКР: 15.

Максимальний бал за МКР (4 завдання): $4 \times 15 = 60$.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі запитання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 -1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконане завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

За кожний тиждень затримки здачі завдання нараховується -1 штрафний бал. Здача завдань за межами семестру зараховується з коефіцієнтом 0,5.

МКР виконується на основі початкових матеріалів [3].

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу здобувача не менше 60% від максимального можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів з дисципліни складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є складені три тести та виконані чотири завдання МКР з сумарною кількістю балів не менше 35. Максимальний бал за контрольну залікову роботу – 40 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Можливе перезарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ас. кафедри електричних мереж та систем ФЕА, к.т.н. Богомолвою О.С.

Ухвалено кафедрою електричних мереж та систем ФЕА (протокол №13 від 13.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 16.06.2023 р.)