



Основи теорії надійності в енергетиці

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електроенергетика»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS/120 годин (лекцій – 54, лабораторних занять – 18, самостійна робота - 66)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1,5 рази на тиждень; лабораторні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. доц. Матеєнко Юрій Петрович 0674276755 Практичні: к.т.н. доц. Матеєнко Юрій Петрович 0674276755</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTg1NTk4MjU5NzI2?cjc=qio6vkb</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Основи теорії надійності в енергетиці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань «Електричні станції» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів наступних компетентностей:

K07. Здатність працювати в команді.

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання:

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР24. Знати технології проведення ремонтно-експлуатаційних робіт на електрообладнанні електростанцій та підстанцій.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: Електричні машини, Електричні мережі та системи. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими для вивчення дисциплін: Управління режимами електростанцій, Експлуатація та режими роботи електростанцій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **2 розділи**

1. Основні положення теорії ймовірностей в задачах аналізу надійності
2. Основи теорії надійності при аналізі структурної і функціональної надійності електроустановок

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси

1. 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. – 456 с. ISBN 978-966—622-862-1
2. Надійність електроенергетичних систем/ навч. посіб. С.В. Казанський, Ю.П. Матеєнко, Б.М. Сердюк. – НТУУ КПІ, 2011. – 216 с.
3. Основи теорії надійності в електроенергетиці. Практикум. Ю.П. Матеєнко, П.Л. Денисюк КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2019. – 28 с.
4. Є.П. Зайцев Теорія ймовірностей і математична статистика. Навч. посіб. – Київ. – Алерта. 2017. – 440 с. ISBN 978-617-566-218-2
5. Дистанційний курс «Основи теорії надійності в енергетиці» <https://classroom.google.com/c/NTg1NTk4MjU5NzI2?cjc=qio6vkb>

Додаткові:

1. Синельников В.Я., Казанський С.В., Матеєнко Ю.П. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з курсу «Теорія надійності в енергетиці». – Київ. НТУУ «КПІ».1998. – 36с.
2. Казанський, С. В. Надійність електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, Б. М. Сердюк ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,95 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 216 с.
3. Надійність електричних систем і мереж: навч. посібник /А.В. Журахівський, Б.М. Кінаш, О.Р. Пастух. – 2-ге вид., доп. і перероб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 280 с.
4. Надійність технологічних систем». Посібник-практикум/Н.І. Болтянська. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 162 с.

Навчальний контент

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)
1	Тема 1.1. Основні положення теорії ймовірностей. Загальні положення і терміни. Подія. Ймовірність події. Відмова і відновлення елементів – основні, випадкові події в теорії надійності. Література : [1] с. 344-348, [2] с. 67-72, [3] с.7-16
2	Взаємозв'язок між подіями. Формальні операції над подіями. Література : [1] с. 344-348, [2] с. 67-72, [3] с.7-16

Практичні заняття

32	<p>Тема 1.2. Основні теореми теорії ймовірностей Основні теореми теорії ймовірностей – математичний апарат класичної теорії ймовірностей. Теорема складання ймовірностей. Теорема множення ймовірностей. Формула повної ймовірності. Теорема гіпотез. Повторення дослідів. Практичне застосування теорем в задачах електроенергетики. Література : [1] с. 344-348, [2] с. 72-77, [3] с.17-51</p>
4	<p>Тема 1.3. Функція розподілу і функція щільності розподілу випадкових величин. Дискретні і безперервні випадкові величини. Закон розподілу випадкової величини. Диференційна і інтегральна форма закону розподілу. Властивості функції щільності ймовірностей. Література : [1] с. 349-366, [2] с. 77-83, [3] с.57-59</p>
5	<p>Тема 1.4. Часові характеристики випадкових величин. Математичне очікування і його теореми. Дисперсія і її теореми. Мода та медіана. Центрована випадкова величина. Момент n – порядку. Література : [2] с. 83-87, [3] с.67-93</p>
6	<p>Тема 1.5. Закони розподілу випадкових величин. Рівномірний розподіл. Нормальний розподіл (закон Гауса). Закон розподілу Релея. Експоненціальний закон. Закон розподілу Вейбулла. Біноміальний розподіл. Закон розподілу Пуассона. Практичне застосування законів розподілу в задачах теорії надійності. Література : [2] с. 88-92, [3] с.121-126, с.146-151</p>
7	<p>Тема 1.6. Основні положення математичної статистики. Питання, які вирішує математична статистика. Визначення статистичного закону розподілу випадкової величини. Статистичні числові характеристики. Апроксимація статистичних законів розподілу. Критерій узгодження Колмогорова. Критерій узгодження Пірсона. Їх застосування. Література : [1] с. 359-367, [2] с.168-169</p>
8	<p>Змістовний модуль 2. Основні положення теорії надійності. Тема 2.1. Проблема надійності в електроенергетиці. Терміни і визначення. Практичні задачі теорії надійності. Властивості надійності: безвідмовність, довговічність, живучість, ремонтоздатність, безпека. Література : [4] с. 17-21, [5] с.5-17</p>
9	<p>Тема 2.2. Одиничні і комплексні показники надійності. Загальні положення щодо показників надійності. Визначення основних показників, які застосовуються при аналізі надійності електроустановок. Література : [5] с. 20-24, [6] с.15-21</p>
10	<p>Змістовний модуль 3. Методи оцінки надійності електроустановок. Тема 3.1. Класифікація методів розрахунку показників надійності електроустановок. Структурна надійність. Функціональна надійність. Ймовірнісний метод. Застосування математичного апарату Марковських випадкових процесів. Аналітичний метод. Методи з застосуванням топологічних і логічних моделей. Метод статистичного моделювання. Література : [4] с. 118-130, [5] с.58-97, [6] с.83-97</p>
11	<p>Тема 3.2. Аналітичний метод. Послідовне і паралельне з'єднання елементів електричних схем. Мінімальні перетини. Модульна контрольна робота. Література : [5] с. 60-78, [6] с.83-87, [7] с.9-11</p>
12	<p>Тема 3.3. Врахування планових відключень при аналізі надійності електроустановок. Загальні положення. Послідовне і паралельне з'єднання елементів електричних схем. Оптимальне профілактичне обслуговування основного електрообладнання електростанцій та підстанцій. Література : [5] с. 125-131</p>

13	Тема 3.4. Таблично-логічний метод. Основні положення методу. Розрахунок показників надійності структурних схем електростанцій. Розрахунок показників надійності електричних схем розподільчих пристроїв. Література : [5] с. 87-97, [11] с. 89-95
14	Змістовний модуль 4. Основні положення і оцінка функціональної надійності електростанцій. Тема 4.1. Стани схем електричних з'єднань електростанцій. Основні визначення. Робочий стан. Неробочий стан. Частково робочий стан. Характеристика станів. Застосування Марківських випадкових процесів при аналізі функціональної надійності електростанцій. Література : [4] с. 122-131
15	Тема 4.2. Аналіз надійності при проектуванні та експлуатації електроустановок. Оптимізація технічних рішень з урахуванням вимог надійності. Поняття про збиток в енергосистемі і у споживачів. Складові збитку в енергосистемі і у споживачів. Вибір аварійного резерву генеруючої потужності в енергосистемі. Література : [5] с. 107-112, [6] с. 138-144, [11] с. 95-100
16	Економічні аспекти надійності. Вимоги до об'єктів енергосистем на стадії проектування і в процесі експлуатації. Визначення оптимального варіанту технічного рішення. Література : [5] с. 107-112, [6] с. 138-144, [11] с. 95-100
17	Залік
№ з/п	Короткий зміст практичного заняття
1	Застосування основних теорем теорії ймовірностей при аналізі надійності електроустановок.
2	Випадкова величина. Числові характеристики і закони розподілу випадкових величин.
3	Методи статистичної обробки результатів спостережень.
4	Структурна надійність схем електричних з'єднань ЕС і ПС.
5	Застосування формул послідовного, паралельного і змішаного з'єднань при оцінці надійності схем.
6	Метод мінімальних перетинів для розрахунку надійності складних структур.
7	Алгоритм і розрахунок надійності складних структур.
8	Таблично-логічний метод розрахунку надійності структурних схем і схем РП електростанцій.
9	Врахування планових відключень при оцінці надійності

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лекційних занять	26
2	Підготовка до практичних занять	9
3	Основні поняття про системи випадкових величин	3
4	Випадкова функція і випадковий процес	3
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	15
5	Підготовка до МКР	4
6	Підготовка до заліку	6
	Всього	66

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 практичних 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 розрахунково-графічної 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 з дисципліни «Основи теорії надійності в енергетиці», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та захист передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив 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 «Основи теорії надійності в енергетиці»;
- 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 (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач, РГР

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу,, 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання індивідуальної роботи (РГР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	РГР	МКР	R	Rзал	R
27	18	30	25	100	100	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

1 бал * 27 = 27 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

1 бал * 18 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 30.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 25...30 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 18...24 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 11...17 балів;
- розрахунок неправильний – 0...10 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Максимальний бал за МКР – =25. МКР складається з двох теоретичних питань

Критерії оцінювання

Вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 22 – 25 балів.

Припущено окремі помилки при визначенні основних понять і величин дисципліни, в цілому викладено фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав – 18 – 21 балів.

У роботі викладено фізичну суть процесів теорії надійності. Відповіді не досить послідовні і нечіткі – 12 – 17 балів.

Припущено суттєвих помилок, студент не розуміє фізичної суті теорії надійності. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання ≤12 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

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання заліку

Максимальний рейтинг заліку 100 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг заліку $R_3 = 90 - 99$ 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 $R_3 = 75 - 89$ 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 суть теорії надійності в об'єктах.

Рейтинг заліку $R_3 = 64 - 74$ балів – студент частково відповідає на поставлені питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть теорії надійності. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку $R_3 \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті теорії надійності, 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, що виносяться на семестровий контроль

1. Подія. Ймовірність події
2. Теорема складання ймовірностей
3. Теорема множення ймовірностей
4. Формула повної ймовірності
5. Формула Бейеса (теорема гіпотез)
6. Повторення дослідів
7. Закон розподілу випадкової величини
8. Числові характеристики випадкової величини
9. Теоретичні закони розподілу випадкової величини
10. Визначення статистичного закону розподілу і статистичних числових характеристик випадкової величини
11. Критерії згоди
12. Характеристики потоку подій
13. Показники надійності (одиничні і комплексні)
14. Структурна надійність. Послідовне і паралельне з'єднання елементів
15. Метод мінімальних перерізів. Надійність складних структур
16. Оптимальне профілактичне обслуговування основного електрообладнання
17. Профілактичне обслуговування високовольтних вимикачів
18. Причини виникнення дефіциту потужності в енергосистемі
19. Стани схем електричних з'єднань електростанцій
20. Основні поняття про функціональну надійність
21. Математичний апарат Марківських випадкових процесів при аналізі функціональної надійності електростанцій
22. Оцінка збитку в енергосистемі і у споживачів при аваріях
23. Вибір резерву генеруючої потужності в енергосистемі
24. Оптимізація технічних рішень з урахуванням надійності
25. Аналіз каскадних аварій в енергосистемі

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н. Матеєнком Ю.П.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол №9 від 18.05.2023 р)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол №10 від 22.03.2023 р)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.