



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



НАДІЙНІСТЬ ТА ДІАГНОСТИКА

Шифр та назва спеціальності	141 -«Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка»	Факультет / Інститут	ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки
Назва програми	Електроенергетика	Кафедра	Електричні станції
Тип програми	Загальна професійна підготовка магістрів	Мова навчання	Українська

ВИКЛАДАЧ



Лазуренко Олександр Павлович, Oleksandr.Lazurenko@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, професор НТУ «ХПІ», завідувач кафедри електричних станцій НТУ «ХПІ». Автор понад 150 публікацій, включаючи 3 навчальних посібника та більше 25 авторських свідоцтв та патентів на винаходи, член Національного комітету міжнародної ради з великих електроенергетичних систем СІГРЕ Україна. Провідний лектор з дисциплін: «Надійність та діагностика», «Розподілена генерація», «Моделювання та управління генерацією електроенергії», «Науково-дослідна робота», «Основи наукових досліджень»

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Мета вивчення дисципліни.

Формування у майбутніх фахівців основи знань з сучасної теорії надійності стосовно до електроенергетичних систем, а також знань з сучасних проблем технічної діагностики енергетичного обладнання та різноманітних систем в електроенергетиці на основі аналізу математичних моделей для окремих елементів, схем та обладнання, а також електроенергетичних систем в цілому з метою підвищення надійності роботи та ресурсу експлуатації основного обладнання та енергоустановок.

Цілі навчальної дисципліни.

Знати:

- загальні наукові, математичні та технічні основи надійності в технічних системах в цілому та електроенергетичних зокрема;
- основні поняття і визначення, пов'язані з теорією надійності; основні методи визначення ймовірнісних характеристик надійності технічних об'єктів і систем;
- методи розрахунку й аналізу надійності електроенергетичних установок і систем, головних схем електричних станцій та підстанцій, схем електропостачання різного призначення;
- задачі підвищення надійності в електроенергетичних системах і методи їх рішення, критерії підвищення надійності систем електропостачання;
- основні методи діагностики енергетичного устаткування та основні діагностичні моделі;

Мета та цілі

	<p>- основні технічні засоби технічної діагностики, що застосовуються на енергетичних підприємствах та в енергосистемах України і за кордоном.</p> <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконувати розрахунки основних показників надійності для різних елементів, технічних об'єктів та систем; - складати схеми заміщення, математичні моделі відмов устаткування і надійності систем без відновлення та з відновленням; - вибирати методи та засоби підвищення надійності та резервування обладнання в електроенергетичних системах; - вибирати основне електротехнічне обладнання, порівнювати головні схеми електричних станцій та підстанцій, їх розподільних пристроїв з точки зору надійності, виконувати техніко-економічні розрахунки з урахуванням надійності; - виконувати розрахунки показників надійності електротехнічних систем електропостачання, - користуватись методами діагностики, прийняття рішень та експертними системами для оптимальної експлуатації основного обладнання, оцінювати можливість застосування основних методів технічної діагностики.
Компетентності	<p>ПК-1 Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи та відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p> <p>ПК-2 Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, в т.ч. при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p> <p>ПК-4 Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p>
Результати навчання	<p>РН-3 Знайти варіанти підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.</p> <p>РН-4 Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.</p> <p>РН-5 Розробляти та впроваджувати системні заходи з підвищення надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p>
Формат	<p>Обсяг дисципліни: 5 кредитів ECTS 150 годин.</p> <p>Лекції: 48 години.</p> <p>Практичні заняття: 32 години.</p> <p>Підсумковий контроль: Екзамен.</p> <p>Індивідуальне завдання: модульні контрольні роботи.</p>
Семестр	1 (9)
Пререквізити	<p>«Вища математика»</p> <p>«Основи електроенергетики»</p> <p>«Електрична частина станцій та підстанцій»</p> <p>«Електричні системи та мережі»</p> <p>«Техніка високих напруг»</p> <p>«Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси»</p> <p>«Основи електропостачання та енергозбереження»</p> <p>«Експлуатація і режими роботи електрообладнання електричних станцій»</p>
Постреквізити	«Оптимізаційні задачі енергетики»

«Енергетичний менеджмент»
«Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки»
«Проектування електроенергетичних об'єктів і схем»
«Екологічні аспекти енергетики»
Професійні та вибіркові дисципліни рівня PhD

**Вимоги
викладача**

Студент зобов'язаний відвідувати всі заняття, згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях та в Інтернеті. При пропуску лекції проводиться усна співбесіда за темою. Відпрацьовувати практичні заняття з дозволу викладача. Для оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни необхідна регулярна підготовка до занять.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин (денна/заочна)	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Змістовний модуль №1 Загальні питання теорії надійності в технічних системах	
			Вступ та основи теорії надійності	
	Л1	2	Мета та основні задачі курсу. Проблема надійності електроенергетичного обладнання та електроенергетичних систем. Значення надійності та технічної діагностики для забезпечення надійного та небезпечного функціонування електроенергетичних систем та енергозабезпечення споживачів. Основні заходи, що забезпечують підвищення надійності. Загальна характеристика математичного апарату. Основні визначення та поняття теорії надійності. Класифікація відмов, основні властивості надійності технічних об'єктів і систем. Класифікація споживачів електроенергії з точки зору теорії надійності.	О1-О7, Д1, Д3
			Тема 1. Основні поняття й елементи теорії ймовірностей, як математична основа теорії надійності .	
	Л2-Л3 ПР1- ПР2	4/2 4	Подія «відмова», імовірність події, теорема суми ймовірностей, теорема множення ймовірностей, формула Байєса. Випадкові величини, числові характеристики випадкових величин (математичне очікування, дисперсія, середнє-квадратичне відхилення), закони розподілу випадкових величин (біноміальний розподіл і розподіл Пуассона - для дискретних величин, гамма-розподіл, експоненціальний розподіл, розподіл Вейбула, розподіл Релея, нормальний розподіл, Гамма- закон - для безупинних випадкових величин); найбільш розповсюджені потоки випадкових подій та їх характеристики.	О1, Д2
			Тема 2. Основні кількісні характеристики надійності технічних об'єктів (ТО)	
	Л4-5 ПР3- ПР4	4/2 4/2	Об'єкт, стан об'єкту, відмова, потік відмов, потік відновлень, залежні та незалежні відмови. Імовірність відмови, умовна імовірність відмов, імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, частота відмов, щільність імовірності відмови, середній час безвідмовної роботи, кількісний зв'язок між	О1,О6,Д2

			показниками надійності, визначення показників за статистичними даними. Визначення показників надійності для різноманітних законів розподілу середнього часу до відмов. Характеристика та класифікація електроенергетичного устаткування з точки зору надійності. Параметр потоку відмов, середній наробіток на відмову, ресурс, середній час відновлення, ймовірність та інтенсивність відновлення, середній час планових та попереджувальних ремонтів, частота попереджувальних ремонтів, коефіцієнти готовності, простою і технічного використання. Показники надійності електроенергетичних систем та об'єктів, середній недовідпуск електроенергії, економічні втрати від ненадійності.	
			Модуль №2 Моделі надійності та методи розрахунків структурної надійності	
			Тема 1. Моделі надійності та розрахунок надійності невідновлюваних та відновлюваних технічних об'єктів і систем, резервування ТО	
	Л6-Л9 ПР5- ПР7	8/2 6	Розрахунок надійності, заснований на використанні послідовних, паралельних та змішаних паралельно-послідовних моделей, способи перетворення складних структур та моделей типу «трикутник»-«зірка» і навпаки. Розрахунки надійності невідновлюваних резервованих об'єктів, класифікація резервування, кратність резервування, загальне резервування з постійно включеним резервом, роздільне резервування з постійно включеним резервом та цілою кратністю, загальне резервування заміщенням з цілою кратністю, роздільне резервування заміщенням з цілою кратністю, загальне резервування з дрібною кратністю та постійно включеним резервом, роздільне резервування з дрібною кратністю. Загальне та роздільне резервування з наслідками відмов (зі зміною інтенсивності відмов об'єктів). Розрахунки надійності відновлюваних резервованих об'єктів. Визначення показників надійності електричних схем та резервованих схем з урахуванням повного переліку сприятливих ситуацій. Розрахунки надійності для послідовних, паралельних та змішаних моделей відновлюваних технічних об'єктів, коефіцієнти готовності при різних моделях надійності	О1, Д2
			Тема 2. Методи визначення надійності для різних видів представлення структурно-функціональних зв'язків між елементами систем	
	Л10- Л12 ПР8- ПР9	6 4	Класифікація методів визначення надійності: прогнозування, розрахунок та експериментальне визначення, в т.ч. ретроспективні методи. Класифікація методів розрахунку надійності, елементна та функціональна надійність, резервованих та нерезервованих об'єктів, з урахуванням відновлення та без відновлення, з урахуванням	О2-О7, Д1, Д3, Д4

			окремих типів відмов. Відображення технічної системи у вигляді графів станів та переходів, відображення у вигляді складної логічної події, відображення системних подій табличним методом, відображення стану системи у вигляді функції алгебри логіки. Розрахунок надійності схем електричних станцій та підстанцій таблично-логічним методом. Розрахунок середнього недовідпуску електроенергії однотипними енергоблоками з заданим графіком навантаження.	
			Модуль №3 Показники надійності схем та технічних об'єктів в електроенергетиці	
			Тема 1. Топологічні методи визначення надійності технологічних та оперативних схем в електроенергетиці	
	Л13- Л17 ПР10- ПР12	10/2 6/2	Теоретичні основи топологічних методів, застосування графів в якості моделей для розрахунків надійності систем та енергоустановок, статична, кінематична та динамічна моделі режимів енергоустановок, графи Мезона, Коутса, «ланцюги Маркова», «дерева подій», мережеві системи (графи мінімальних шляхів та перетинів). Метод, що враховує залежні відмови на основі сигнальних графів Мезона, визначення структурної та функціональної надійності систем. Структурно-функціональний метод оцінки надійності енергоустановок на основі кінематичних моделей – графів Коутса. Визначення коефіцієнтів готовності основних типів моделей. Метод розрахунків надійності на основі графів «ланцюгів Маркова», моделі без поглинання та з поглинанням. Логіко-імовірний метод розрахунків надійності з застосуванням графів «дерево подій».	О2, О4, О6
			Тема 2. Надійність енергетичних систем, електричних та технологічних схем, систем електропостачання споживачів, основного енергетичного устаткування	
	Л18- Л21 ПР13- ПР15	6 6	Показники надійності різних типів електростанцій, основного обладнання та агрегатів електростанцій. Показники надійності силових трансформаторів, вимикачів, неавтоматичних комутаційних апаратів, збірних шин, ліній електропередач різних типів та класів напруг, електричних машин власних потреб електростанцій, пристроїв релейного захисту та автоматики. Функціональна надійність електричних станцій, підстанцій, передачі електричної енергії. Розрахунок надійності систем електропостачання електроенергії, в т.ч. при проектуванні систем електропостачання з заданим коефіцієнтом безперебійності, техніко-економічне обґрунтування надійності схем електропостачання, система надійності систем електропостачання SAIDI, SAFI, ENS.	О2, О3, О4, О6, О7, Д1, Д3, Д4

Модуль №4. Технічна діагностика основного енергетичного обладнання				
	Л22- Л24 ПР16	6 2	Електроенергетичне виробництво як об'єкт технічної діагностики. Теоретичні засади технічної діагностики. Традиційні та сучасні методи діагностування під робочою напругою. Діагностичні моделі, способи їхнього упорядкування й аналізу. Моделі основного енергетичного устаткування. Наслідки відмов енергетичного обладнання і пристроїв РЗА. Оцінка і контроль надійності за результатами іспитів. Технічні засоби діагностики основних елементів енергетичного виробництва і пристроїв РЗА. Методи діагностики силових трансформаторів, хроматографічний аналіз розчинених у маслі газів, визначення опору (індуктивності) короткого замикання, метод часткових розрядів та низьковольтних імпульсів. Імовірнісні діагностичні моделі процесів діагностування. Застосування обчислювальної техніки при рішенні задач надійності і технічної діагностики, розрахункові бази даних, експертні діагностичні та контролюючі системи.	О8, О9, Д 5
			Разом 48 годин лекцій та 32 години практичних занять	

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	36
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	8
3	Інші види самостійної роботи (підготовка до контрольних розрахункових робіт)	26
	Разом	70

Практичні заняття їх зміст та обсяг

№№ з/п	Зміст	Обсяг занять (год.)	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні поняття і теореми теорії імовірності в задачах надійності	4	
2	Визначення показників надійності невідновлюваних об'єктів за статистичними даними	2	1
3	Визначення показників надійності при різних законах розподілу часу безвідмовної роботи	2	

4	Визначення кількісних характеристик надійності невідновних резервованих ТО та схем	4	
5	Розрахунок надійності технічних об'єктів і систем, що відновлюються. Розрахунок надійності відновлюємих технічних об'єктів, що резервуються	4	1
6	Розрахунок середнього недовідпуску електроенергії однотипними енергоблоками з заданим графіком навантаження.	2	1
7	Визначення середнього недовідпуску електроенергії підстанції при видачі та транзиті потужності	2	
8	Розрахунок надійності об'єктів та систем топологічними методами	4	1
9	Логіко-імовірний метод визначення надійності на основі складання графу типу «дерево подій» для системи власних потреб електростанції	2	
10	Табличний метод визначення надійності головної схеми електростанції	2	
11	Розрахунок надійності систем електропостачання споживачів	2	
12	Діагностика силових трансформаторів і автотрансформаторів	2	
	Всього	32	

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

№№ модулів	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Етапи (тижні, семестр)	Обсяг роботи (год.)
1	2	3	4
1	Розрахункова контрольна робота з визначення показників надійності з застосуванням основних теорем теорії ймовірності та невідновних технічних об'єктів .	4-5	2
2	Розрахункова контрольна робота з визначення показників надійності резервованих невідновлюваних та відновлюваних технічних об'єктів та середнього недовідпуску електроенергії однотипними енергоблоками за певним графіком навантаження	7-8	2
3	Розрахункова контрольна робота з визначення показників надійності схем видачі потужності та технологічних схем електричних станцій за допомогою топологічних методів та показників надійності систем електропостачання	12-13	2

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Курс зорієнтовано як на самостійну пізнавальну діяльність слухачів, так і на їх вміння працювати з пакетами прикладних програм. Використовуються репродуктивні методи навчання з опорою на поетапне формування розумових дій з елементами активних методів навчання.

Основна рекомендація зводиться до забезпечення рівномірної активної роботи студентів над курсом протягом навчального року. Вони повинні проробляти прослухані

лекції, готуватися до виконання лабораторних робіт, виконувати завдання на практичних заняттях, готуватись до проміжного та загального контролю.

Більша частина завдань до лабораторних робіт передбачає наявність індивідуального завдання. Під час вивчення курсу студентам передбачено виконання наступних видів робіт:

- проробка лекційного матеріалу;
- виконання завдань практичних занять;
- виконання лабораторних робіт;
- підготовка до семестрового контролю.

Самостійна робота студента включає вивчення лекційного матеріалу, виконання завдань практичних занять, підготовку до лабораторних робіт, вивчення додаткового матеріалу. Для підготовки слід використовувати методичні посібники та вказівки до лабораторних робіт, а також матеріали лекцій.

Під час виконання завдань, які винесено до самостійного навчання, необхідно поряд із бібліотечним фондом університету користуватися різноманітними базами знань, що розташовані в мережі Інтернет.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Підсумковий контроль – екзамен.

Поточний контроль.

Усі лекції дисципліни завершуються питаннями для повторення, на які слід відповісти, поточний контроль змістовних модулів під час виконання контрольних робіт. З метою забезпечення ефективного засвоєння студентами матеріалу курсу необхідно, щоб ці роботи виконувалися студентами після переробки відповідного лекційного матеріалу та засвоєння методів проведення практичних розрахунків. При оцінці на екзамені враховується знання теоретичного матеріалу, глибина та обсяг вивчення літератури, повнота відповідей на контрольні запитання та коректність виконання індивідуального практичного завдання. При успішному та своєчасному виконанні трьох контрольних розрахункових завдань допускається отримання підсумкової оцінки як середньої за результатами підсумкового контролю.

Перелік питань для підготовки до іспиту:

1. Проблеми надійності і технічної діагностики в електроенергетиці. Основні особливості електроенергетичних систем.
2. Основні поняття і визначення в теорії надійності. Основні засоби забезпечення і підвищення надійності.
3. Основні характеристики надійності технічних об'єктів і систем.
4. Основні властивості надійності технічних систем. Класифікація видів надійності.
5. Головні причини і характер відмов технічних об'єктів в електроенергетичних системах.
6. Основні поняття і елементи теорії ймовірності, що використовуються в теорії надійності.
7. Основні теореми теорії ймовірності, що використовуються в теорії надійності.
8. Критерії (показники) надійності невідновлюваних технічних об'єктів і систем.
9. Основні види резервування невідновних технічних об'єктів
10. Основні прийоми перетворення складних моделей надійності технічних об'єктів.
11. Загальне резервування заміщенням з цілою кратністю при різних видах навантаження резерву.
12. Визначення основних показників надійності невідновлюваних технічних об'єктів для послідовної та паралельної моделі.
13. Моделі надійності і розрахунок основних показників надійності при змішаному з'єднанні невідновлюваних об'єктів
14. Визначення основних показників надійності при експоненціальному законі розподілу часу безвідмовної роботи

15. Показники надійності відновлюваних технічних об'єктів, їх статистичне і ймовірнісне визначення
16. Загальне резервування з постійно включеним резервом і цілою кратністю
17. Визначення основних показників надійності для відновлюваних технічних об'єктів при послідовній та паралельній моделі надійності
18. Визначення середнього недовідпуску електроенергії, як комплексного показника надійності.
19. Визначення середнього недовідпуску електроенергії при заданому графіку навантаження і заданій структурі генеруючих потужностей в енергосистемі
20. Характеристика логіко-ймовірнісних методів визначення надійності
21. Моделі надійності і методи розрахунку основних показників надійності при різному з'єднанні елементів без урахування наслідків відмов для відновлюваних технічних об'єктів
22. Характеристика топологічних методів визначення надійності електроенергетичних об'єктів і систем
23. Метод мінімальних шляхів і перерізів для дослідження надійності передачі електричної потужності
24. Таблично - логічний метод визначення показників надійності схем видачі та транзиту потужності
25. Метод визначення показників надійності з урахуванням залежних відмов на основі сигнальних графів Мезона
26. Визначення середнього недовідпуску електроенергії в схемах транзитних підстанцій
27. Метод визначення показників надійності енергоустановок на основі кінематичних моделей (графів Коутса).
28. Визначення показників надійності з використанням графів типу "дерево подій"
29. Показники надійності основного обладнання електричних станцій.
30. Основні показники надійності електроенергетичних систем. Економічний збиток від ненадійності
31. Енергетичне виробництво як об'єкт технічної діагностики. Методи діагностики основного енергетичного устаткування
32. Визначення показників надійності систем електропостачання.
33. Вибір схеми електропостачання споживачів по заданому значенню коефіцієнта безперебійності
34. Технічна діагностика. Призначення і основні способи реалізації .
35. Діагностика силових трансформаторів на основі хроматографічного аналізу масла
36. Термографічні методи діагностики.
37. Діагностичні моделі, основні типи та методи побудови

Критерії оцінки якості знань студентів:

Відмінно оцінюють студена, який глибоко та надійно засвоїв програмний матеріал, вичерпно, послідовно, грамотне та логічне злагоджено його виклав, у відповіді пов'язав теорію з практикою, показав знайомство з монографічною літературою, програмним забезпеченням та правильно обґрунтував рішення задачі (кількість отриманих балів 90-100).

Добре оцінюють студена, який твердо знає програмний матеріал, грамотне та по суті його викладає, не припускає суттєві неточності у відповіді на запитання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних питань і задач: В (кількість отриманих балів 82-89), С (кількість отриманих балів 75-81).

Задовільно оцінюють студена, який знає тільки основний матеріал, но не засвоїв його деталей, у відповіді припускає неточності, недостатньо правильно формулює основні закони і правила, має ускладнення під час виконання практичних завдань: D (кількість отриманих балів 64-74), E (кількість отриманих балів 60-63).

Незадовільно оцінюють студена, який не знає значної частини програмного матеріалу, припускає суттєві помилки, із ускладненнями виконує практичні завдання FX (кількість отриманих балів 35-59), незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни F (кількість отриманих балів 0-34).

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				20	80
T1	T2	T3	T4	T10	T11	T12	T13		
2	2	2	3	3	3	3	3		
T5	T6	T7	T8	T14	T15	T16	T17		
3	4	4	5	4	4	5	5		
T9									
5									

Курсова робота

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
16		4	20

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
75 – 81	C	задовільно	
64 – 74	D		
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

ОПП «Електроенергетика» підготовки магістрів зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	2021	Лазуренко О.П. та ін..
Теорія надійності в задачах електроенергетичних систем. Навчальний посібник з грифом МОН України. Харків: «Підручник НТУ «ХП», 152с.	2014	Лазуренко О.П. та ін..
Робоча програма навчальної дисципліни	2021	Лазуренко О.П.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

№ з/п	Найменування навчальної літератури	№№ модулів	Рік видання	Автори
ОСНОВНА				
1	Основы теории надежности. С.Пб. БХВ-Петербург, 456с.		2006	Половко А.М., Гуров С.В.
2	Надежность электростанций. М: Энергоатомиздат, 210с.		1997	Трубицын В.И.
3	Теория надежности в электроэнергетике. Л.: Энергоатомиздат, 223 с.		1990	Гук Ю.Б. и др.
4	Надежность электроэнергетических систем (учебник). М.:Высшая школа		2003	Китушин В.Г.
5	Надежность систем энергетики и их оборудования: Справочник в 4-х томах. Т.2 Надежность электроэнергетических систем. М.:Энергоатомиздат, 568с.		2000	Руденко Ю.Н. и др.
6	Теорія надійності в задачах електроенергетичних систем. Навчальний посібник з грифом МОН України. Харків: «Підручник НТУ «ХПІ», 152с.		2014	А.А.Мінченко, І.М.Богатирьов, О.П.Лазуренко
7	Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж /Підручник. Київ НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21488		2017	Журахівський А.В., Казанський С.В., Матєєнко Ю.П., Пастух О. Р.
8	Диагностика материалов и конструкций топливо-энергетического комплекса. Энергоатомиздат, 360 с.		1999	Баранов В.М., Карасевич А.И. и др.
9	Диагностическое обеспечение энергетического производства. К.: Техніка, -185 с.		1985	Скляров В.Ф., Гуляев В.А.
ДОДАТКОВА				
1	Надежность электроэнергетических систем, М.: Энергоатомиздат- 200 с.		1984	Розанов М.Н.
2	Сборник задач по теории надежности. М.:Сов. радио		1972	Под ред. Половко А.М. и Маликова И.М.
3	Надежность оборудования энергосистем. Редакция журнала «Электроэнергия: передача и распределение», М., 196с.		2013	Непомнящий В.А.
4	Надійність електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник /; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,95 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 216 с. –		2016	С. В. Казанський, Ю. П. Матєєнко, Б. М. Сердюк
5	Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. М: «НЦ ЭНАС», 2002 г., 216с.		2002	Алексеев Б.А.

Контрольні заходи

№ з/п	Найменування
	<p style="text-align: center;">Модулі №1, №2</p> <p>Загальні питання теорії надійності в технічних системах. Моделі надійності та методи розрахунків структурної надійності (назва модулю)</p> <p style="text-align: center;">Дві розрахункова контрольні роботи (Для кожної - 25 БЛЕТІВ З ДВОМА ТЕСТАМИ В КОЖНОМУ)</p> <p style="text-align: center;">Модуль № 3</p> <p>Показники надійності схем та технічних об'єктів в електроенергетиці (назва модулю)</p> <p style="text-align: center;">Одна розрахункова контрольна робота (Для кожної - 25 БЛЕТІВ З ДВОМА ТЕСТАМИ В КОЖНОМУ)</p> <p style="text-align: center;">Підсумковий контроль – екзамен - 25 ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БЛЕТІВ</p>