



Надійність та енергоефективність електротехнічних та мехатронних комплексів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G3 Електрична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.) 30 год.-лекції, 16 год.-практичні, 14 год.-лабораторні, 60 год. - СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net Практичні: к.ф.-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net Лабораторні: ст. викл. Дубовик Володимир Григорович processor-wl@ukr.net
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTY4NTM5MzU0Njlx?cjc=4x6b7lo

Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються основні підходи до оцінювання надійності та енергоефективності електротехнічних та мехатронних комплексів. При цьому основою курсу є математичний апарат для розрахунку надійності вказаних систем, фізичні основи функціонування такого обладнання, які впливають на його надійність та енергоефективність.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системи базових знань для вирішення професіональних задач з питань надійної та енергоефективної експлуатації специфічного електромеханічного обладнання вказаних виробництв, проектування такого обладнання з урахуванням факторів надійності та енергоефективності.

Предметом вивчення дисципліни є питання розрахунку надійності з урахуванням умов експлуатації, процеси електромеханічного перетворення енергії, процеси енергоспоживання і енерговикористання електромеханічних систем. Вивчення цих питань базується на матеріалі дисциплін, що вивчалися раніше: “Вища математика”, “Фізика”, “Електротехнічні матеріали”, “Гідравліка та гідропневмопривод”. “Електрообладнання та електропостачання машин і установок електротехнічних комплексів”.

В результаті вивчення дисципліни «Надійність та енергоефективність електротехнічних та мехатронних комплексів» студенти отримують такі компетентності:

- *фахові:*

1) Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК02).

2) Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів (ФК07).

3) Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК08).

4) Здатність на підставі аналізу статичних і динамічних навантажень, режимних характеристик розраховувати та розробляти оптимальні конструкції обладнання та експлуатаційні режими простих і складних електромеханічних комплексів з використанням сучасних комп'ютерних методів математичного моделювання (ФК14).

- *програмні результати навчання:*

1) Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем (ПРН02),

2) Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу (ПРН04),

3) Виконувати фізичне і математичне моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування, досліджувати надійність систем, з використанням сучасних комп'ютерних засобів (ПРН15),

4) Вибирати елементну базу електромеханічних та мехатронних систем, комплектних електро- та гідроприводів, засобів керування, захисту, автоматизації систем електропостачання машин і установок, виробничих дільниць та підприємств (ПРН16).

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

Вивчення дисципліни базується на курсах: "Вища математика", "Фізика", "Електротехнічні матеріали", "Гідравліка та гідропневмопривод". "Електрообладнання та електропостачання машин і установок електротехнічних комплексів".

Постреквізитом дисципліни є "Переддипломна практика".

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 3 розділів:

Розділ 1. Основні поняття надійності та енергоефективності

Тема 1.1. Зв'язок між надійністю та енергоефективністю електротехнічного обладнання

Тема 1.2. Основні поняття теорії надійності

Тема 1.3. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем

Тема 1.4. Математичний апарат теорії надійності

Тема 1.5. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів

Тема 1.6. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням

Розділ 2. Фізико-хімічні основи надійності

Тема 2.1. Фізико-хімічні процеси руйнування матеріалів

Тема 2.2. Фізична та хімічна природа відмов електротехнічних та мехатронних систем

Розділ 3. Надійність обладнання в різних галузях

Тема 3.1. Методи розрахунку надійності складних систем

Тема 3.2. Надійність та енергоефективність обладнання систем електропостачання

Тема 3.3. Надійність обладнання геотехнічних виробництв

Тема 3.4. Надійність та енергоефективність систем керування

Тема 3.5. Надійність та енергоефективність електроприводу

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. В.Г. Городецький, В.Г. Дубовик. Надійність електротехнічних та мехатронних систем. – К.: НТУУ «КПІ», 2023. – 127 с.
2. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.
3. Донець О. В. Теорія електропривода : конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / В. І. Колотіло, О. В. Донець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 148 с
4. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ.: «Політехніка», 2017. – 456 с.
5. Ковальов В.М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни "Надійність та діагностика" для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка". – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 112 с.
6. Загірняк М. В. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник /М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків: Видавництво «Точка», 2017. – 206 с.

Додаткова література

7. О.Л.Коренівська, В.Б. Бенедицький. Теорія надійності, експлуатації та ремонту радіоелектронної та телекомунікаційної техніки: навч. посібник. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 180 с.
8. Правила улаштування електроустановок. Міненерговугілля України. – К.: 2017. - 617 с.
9. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
10. ДСТУ 2861 – 94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення.
11. ДСТУ 2864-94. Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності
12. Бельмас І.В Надійність та довговічність обладнання: конспект лекцій. - Кам'янське: ДДТУ, 2017 р. - 38 с.
13. Лозинський О.Ю., Марущак Я.Ю., Костробій П.П. Розрахунок надійності електроприводів. – Львів: «Львівська політехніка», 1996. – 234 с.
14. Електропривод: Навч. посібник / О.М. Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний. – К.: «Освіта України», 2009. – 351 с.
15. Худолій С.С. та ін. Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни «Енергоефективність та надійність електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 13 с

Інформаційні ресурси

1. <https://aemk.kpi.ua/>

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'язковою для прочитання є базова література [1]–[5]. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

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 візуалізація та інформаційно-

комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. На практичних заняттях та при виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабора-торні	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Математичні основи надійності					
Тема 1.1. Зв'язок між надійністю та енергоефективністю електротехнічного обладнання	4	2			2
Тема 1.2. Основні поняття теорії надійності	4	2	-		2
Тема 1.3. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем	6	2	2		2
Тема 1.4. Математичний апарат теорії надійності	6	2	2		2
Тема 1.5. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів	12	4	4		4
Тема 1.6. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням	10	2	4		4
Контрольна робота з розділу 1	6	1			5
Разом за розділом 1	48	15	12		21
Розділ 2. Надійність та енергоефективність обладнання в різних галузях					
Тема 2.1. Методи розрахунку надійності складних систем	10	2	4		4
Тема 2.2. Надійність та енергоефективність обладнання систем електропостачання	6	4			2
Тема 2.3. Надійність та енергоефективність обладнання геотехнічних виробництв	12	4	-	4	4
Тема 2.4. Надійність та енергоефективність систем керування	14	2	-	8	6
Тема 2.5. Надійність та енергоефективність електроприводу	6	2	-	2	2
Контрольна робота з розділу 3	6	1			5
Разом за розділом 2	54	15	4	-2 ???	23
Розрахунково-графічна робота	10				10
Залік	6				6
Всього	120	36	16	14???	60

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	2
1	Тема 1.1. Зв'язок між надійністю та енергоефективністю електротехнічного обладнання <u>Лекція 1.</u> Поняття про надійність, енергоефективність, та енергозбереження. Вплив надійності обладнання систем електропостачання на його енергоефективність. Вплив

	надійності електроприводу на його енергоефективність. Класи енергоефективності двигунів ІЕС. Вплив енергоефективності електротехнічних систем на їх надійність. Література: [2].
2	Тема 1.2 Основні поняття теорії надійності. <u>Лекція 2.</u> Визначення надійності. Її зв'язок з іншими показниками обладнання. Відмови та їх різновиди. Строк служби обладнання. Його ремонтність. Поняття про елемент розрахунку надійності. Надлишковість та резервування. Види резервування. Види структурного резервування. Література: [1, 4].
3	Тема 1.3. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем. <u>Лекція 3.</u> Показники надійності неремонтовних об'єктів: ймовірність відмови та безвідмовної роботи, щільність розподілу ймовірності відмови, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи та інші. Показники надійності ремонтних виробів: середнє напрацювання на відмову, напрацювання між відмовами, коефіцієнт готовності, Література: [1,12]. СРС. Визначення основних показників надійності на основі статистичних даних
4	Тема 1.4. Математичний апарат теорії надійності. <u>Лекція.4.</u> Основні визначення та теореми теорії ймовірностей. Основні визначення теорії ймовірностей, що використовуються в теорії надійності. Теореми додавання та множення Література: [1, 4].
5	Тема 1.5. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів. <u>Лекція 5.</u> Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів. Постановка задачі. Елемент розрахунку надійності. Поняття про основне з'єднання елементів. Закон множення ймовірностей. Література: [1].
6	Тема 1.5. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів. <u>Лекція 6</u> Особливості розрахунку надійності на окремих стадіях проектування Види розрахунку надійності. Особливості розрахунку надійності на окремих стадіях проектування. Послідовність розрахунків. Розрахунок надійності при експоненціальному розподілі. Основні розрахункові співвідношення: імовірність безвідмовної роботи, середній час безвідмовної роботи, інтенсивність відмов. Література: [1]. СРС. Розрахунок надійності обладнання при експоненціальному розподілі.
7	Тема1. 6. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням. <u>Лекція 7.</u> Аналіз характеристик надійності обладнання зі сталим резервуванням Основні розрахункові співвідношення при постійно включеному резерві та загальному або роздільному резервуванні. Література: [4]. СРС. Методи розрахунку надійності обладнання при різних видах резервування.
8	Тема 2.1. Методи розрахунку надійності складних систем <u>Лекція 8.</u> Метод мінімальних шляхів та мінімальних перерізів. Поняття про мінімальні шляхи та мінімальні перерізи. Правило визначення мінімальних перерізів систем будь-якої складності. Використання алгебри логіки для аналізу надійності складних систем. Література: [1]. СРС. Методи визначення мінімальних перерізів складних систем.
9	Тема 2.1. Методи розрахунку надійності складних систем <u>Лекція 9.</u> Метод розкладання відносно особливого елементу. Використання графів для визначення надійності. Аналіз стану систем за допомогою теорії марковських процесів. Рівняння Колмогорова-Чепмена.

	<u>Література: [1].</u> СРС. Методи визначення мінімальних перерізів складних систем.
10	Тема 2.2. Надійність та енергоефективність обладнання систем електропостачання. <u>Лекція 10.</u> Надійність обладнання систем електропостачання Причини та фізична природа відмов в системах електропостачання. Надійність ЛЕП. Лінії із самонесучими ізольованими проводами. Класифікація відмов в СЕП. Особливості побудови СЕП підприємств. Особливості обслуговування СЕП підприємств. Рекомендації по підвищенню надійності СЕП. Дидактичні засоби: конструкція СП. Література: [4]. СРС. Розрахунок надійності систем електропостачання.
11	Тема 2.2. Надійність та енергоефективність обладнання систем електропостачання. <u>Лекція 11.</u> Енергоефективність обладнання систем електропостачання Структура втрат енергії в системах електропостачання. Номінальні та додаткові втрати. Технічні втрати електроенергії. Витрата електроенергії на власні потреби підстанцій. Втрати електроенергії, обумовлені інструментальними похибками її вимірювання (інструментальні втрати). Комерційні втрати. Розрахунок втрат електроенергії Література: [4, 8].
12	Тема 2.3. Надійність та енергоефективність обладнання геотехнічних виробництв <u>Лекція 12.</u> Надійність обладнання геотехнічних виробництв Специфіка експлуатації обладнання геотехнічних виробництв. Режими роботи обладнання. Вплив на надійність обладнання геотехнічних виробництв температури, вологи, запиленості, складу атмосфери, механічних та інших чинників. Дидактичні засоби: температурні режими роботи обладнання. Література: [1] СРС. Вплив шахтного середовища на надійність шахтного обладнання.
13	Тема 2.3. Надійність та енергоефективність обладнання геотехнічних виробництв <u>Лекція 13.</u> Енергоефективність обладнання геотехнічних виробництв Енергоефективні режими роботи установок з електроприводом: підйомні установки, вентиляторні установки, водовідливні установки, компресорні установки, конвеєри. Основні співвідношення. Керування продуктивністю насосних установок. Регулювання швидкості конвеєрів та вантажопідйомних машин. Література: [2, 14]
14	Тема 2.4. Надійність та енергоефективність систем керування. <u>Лекція 14.</u> Надійність елементів систем керування: опорів, конденсаторів, напівпровідникових елементів, трансформаторів, дроселів, елементів з обертальним рухом, роз'ємів, електричної ізоляції. Рекомендації по підвищенню надійності систем керування при їх проектуванні, виготовленні та експлуатації. Література: [2], [4] . СРС. Фактори, які впливають на компоненти систем керування.
15	Тема 2.4. Надійність та енергоефективність електроприводу <u>Лекція 14.</u> Надійність електроприводу Статистика відмов двигунів сталого струму та асинхронних. Типові причини відмов. Надійність обмоток двигунів. Види навантажень на елементи електроприводу. Характеристика ізоляційних матеріалів по класам. Література: [5].

- Практичні заняття

Основне завдання циклу практичних занять - закріплення знань, отриманих на лекціях.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття №1. Кількісні характеристики надійності неремонтовних систем.

	Ймовірність безвідмовної роботи. Щільність розподілу ймовірності відмов. Інтенсивність відмов. Середній час безвідмовної роботи. Кількісні характеристики надійності ремонтних систем. Напрацювання на відмову. Середній час відновлення. Коефіцієнт готовності. Коефіцієнт технічного використання. СРС. Визначення основних показників надійності на основі статистичних даних
2	Практичне заняття №2. Розрахунок надійності систем при різних розподілах. Експоненціальний розподіл. Нормальний розподіл. Розподіл Вейбула та інші. Дидактичні засоби: закони розподілу та їх характеристики. СРС. Розподіли Релея, гамма, логарифмічний нормальний.
3-4	Практичне заняття №3. Розрахунок надійності систем при основному з'єднанні елементів. Зв'язок між основними характеристиками неремонтовних систем в загальному випадку та при експоненційному розподілі. Спрощена формула розрахунків при експоненційному розподілі. Розрахунок надійності систем на різних етапах проектування. Оціночний, орієнтовний та остаточний розрахунок надійності. Дидактичні засоби: основні розрахункові співвідношення при експоненційному розподілі. СРС. Розрахунок надійності обладнання при експоненційному розподілі.
5	Практичне заняття №4. Розрахунок надійності систем з резервуванням. Дублювання при постійно включеному резерві. Резервування із заміщенням. Дидактичні засоби: залежність надійності від кратності резервування. СРС. Розрахунок надійності обладнання при різних видах резервування.
6	Практичне заняття №5. Розрахунок надійності систем з резервуванням Резервування із дробовою кратністю. Загальне та роздільне резервування. Дидактичні засоби: залежність надійності від кратності резервування. СРС. Розрахунок надійності обладнання при різних видах резервування.
7	Практичне заняття №6. Розрахунок надійності складних систем. Метод мінімальних шляхів та мінімальних перерізів. Правило визначення мінімальних перерізів систем будь-якої складності. Використання алгебри логіки для аналізу надійності складних систем. Дидактичні засоби: перетворення структури методу мінімальних шляхів та мінімальних перерізів. СРС. Методи визначення мінімальних перерізів складних систем.
8	Практичне заняття №7. Розрахунок надійності складних систем. Метод розкладання відносно особливого елементу. Використання графів для визначення надійності. Аналіз стану систем за допомогою теорії марковських процесів. Рівняння Колмогорова-Чепмена. СРС. Побудова рівнянь Колмогорова-Чепмена.

- **Лабораторні роботи**

№ з/п	Назва	Тема
Лабораторна робота 1	Дослідження енергоефективності імпульсного джерела живлення	2.4
Лабораторна робота 2	Дослідження енергоефективності насосної установки з перетворювачем частоти.	2.3
Лабораторна робота 3	Дослідження енергетичних показників асинхронного двигуна з використанням перетворювача частоти та перетворювача напруги	2.5

Лабораторна робота 4	Дослідження енергетичних показників вентиляторної установки з вентиляним двигуном	2.3
Лабораторна робота 5	Дослідження енергетичних показників мостового випрямляча	2.4
Лабораторна робота 6	Дослідження перехідних процесів системи ПЧ-АД, 4 год	2.4

- Розрахунково-графічна робота

На протязі семестру студенти виконують розрахунково-графічну роботу на тему «Розрахунок надійності складних систем».

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 34 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 10 год;

підготовка до РГР – 10 год;

підготовка до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Надійність та енергоефективність електротехнічних та мехатронних комплексів”

потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;
- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;
- дотримання графіку захисту розрахункової та лабораторних робіт. Відповідь здобувача

повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних або лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

Поточний контроль: МКР розбита на 2 частини, кожна з яких проводиться перед календарним контролем на лекційному занятті у присутності викладача. МКР виконується у вигляді відповіді на теоретичні запитання з лекційного матеріалу. Кожна частина МКР оцінюється в 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 16-18 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 14-15 бал;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 12-13 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повністю виконана робота (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – в роботі містяться певні неточності (не менше 75 % потрібної інформації), надані обґрунтування недостатньо повні – 4 балів;
- «задовільно» – в роботі містяться суттєві неточності (не менше 60 % потрібної інформації), робота виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить значні помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – відповідь свідчить про неготовність студента – 0 балів.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи, яка складається з 2-х частин ($2 \cdot 20 = 40$ балів);
- 2) відповіді на практичних заняттях ($3 \cdot 5 = 15$ балів);
- 3) виконання та захист лабораторних робіт ($6 \cdot 5 = 30$);
- 3) виконання та захист розрахункової роботи (15 балів);

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

1. Виконання модульних контрольних робіт:	
- повністю правильно виконана робота	20
- робота виконана з незначними помилками	18
- робота не зарахована	0
2. Відповіді на практичних заняттях:	
- відповідь демонструє відмінне володіння матеріалом	5
- відповідь свідчить про незначні прогалини у володінні матеріалом	4
відповідь свідчить про неготовність студента	0
2. Захист лабораторних робіт:	
відповідь демонструє відмінне володіння матеріалом	5
- відповідь свідчить про незначні прогалини у володінні матеріалом	4
відповідь свідчить про неготовність студента	0
3. Виконання розрахунково-графічної роботи	
- завдання захищено вчасно з відмінним володінням матеріалу	15 балів
- завдання виконано з хорошим володінням матеріалу	12 балів
- завдання не виконано	0
4. Заохочувальні бали	
- виконання додаткових завдань	1...10 балів

Розрахунок шкали (RC) рейтингу

$$RC (\max) = 3 \cdot 5 + 6 \cdot 5 + 1 \cdot 15 + 20 \cdot 2 = 100 \text{ балів}$$

$$RC (\min) = 60 \text{ балів}$$

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

Семестровий контроль: залік.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за семестр, помножених на ваговий коефіцієнт 0,6, додаються бали за контрольну роботу, і ця рейтингова

оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань та двох задач з різних розділів робочої програми. Кожне питання або задача контрольної роботи оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 5-6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: МКР проводиться безпосередньо на лекційному занятті, у присутності викладачас і оцінюється у 40 балів. МКР виконується у вигляді відповіді на два теоретичні запитання з лекційного матеріалу та теорії з лабораторних робіт, а також розв'язання однієї задачі. Розв'язання задач на практичних заняттях оцінюється загалом у 15 балів. Структура РГР і питань МКР, задач на практичних заняттях, вимоги до них та критерії оцінювання такі, як і для очної форми навчання.

Семестровий контроль: залік.

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу, отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні запитання

з дисципліни “Надійність та енергоефективність електротехнічних та мехатронних систем”

1. Зв'язок між надійністю та енергоефективністю електротехнічного обладнання
2. Визначення надійності і поняття про відмову
3. Поняття про термін служби, граничний стан і ремонтпридатність
4. Поняття про імовірність безвідмовної роботи
5. Поняття про інтенсивність відмов
6. Поняття про частоту відмов. Зв'язок між основними кількісними характеристиками надійності невідновлюваних систем у загальному випадку
7. Поняття про середній час безвідмовної роботи
8. Поняття про середній наробіток на відмову, коефіцієнти готовності і коефіцієнти вимушеного простою
9. Експоненційний розподіл
10. Нормальний розподіл
11. Розподіл Вейбулла
12. Розрахункові співвідношення при основному з'єднанні елементів
13. Етапи розрахунку надійності
14. Структурне, функціональне, часове, навантажувальне і інформаційне резервування
15. Кратність резервування, резервування з цілою і дробовою кратністю
16. Загальне і поелементне резервування, резервування постійне і з заміщенням

17. Аналіз характеристик надійності при постійно включеному резерві у випадку загального резервування
18. Аналіз характеристик надійності при постійно включеному резерві у випадку поелементного резервування
19. Аналіз характеристик надійності при загальному і поелементному резервуванні заміщенням
20. Надійність повітряних ліній електропередачі в СЕП
21. Надійність кабельних ліній електропередачі в СЕП
22. Надійність ЛЕП із СІП
23. Надійність силових трансформаторів і комутаційних апаратів у СЕП
24. Вплив температурних факторів на надійність шахтного обладнання
25. Вплив вологості і компонентів шахтної атмосфери на надійність шахтного устаткування
26. Вплив запиленості на надійність шахтного устаткування
27. Вплив режиму роботи на надійність шахтного устаткування
28. Метод мінімальних шляхів та мінімальних перерізів
29. Використання графів для оцінювання надійності систем
30. Використання алгебри логіки для оцінювання надійності систем
31. Рівняння Колмогорова-Чепмена
32. Метод розкладання відносно особливого елементу
33. Правило визначення мінімальних перерізів складних систем
34. Особливості розрахунку втрат електроенергії в низковольтних СЕП
35. Показники використання електроенергії в підйомних установках
36. Енергетичні показники використання електроенергії в вентиляторних установках
37. Діапазон ефективного споживання електроенергії в водовідливних установках
38. Особливості використання компресорних установок в енергоефективних режимах
39. Критерії енергоефективного використання електроенергії в конвеєрних установках
40. Раціональне регулювання вентиляторних установок
41. Особливості керування продуктивністю насосних установок
42. Умови енергоефективного регулювання швидкості конвеєрних установок
43. Особливості регулювання швидкості вантажопідйомних машин
44. Використання накопичувачів енергії для підвищення енергоефективності
45. Умови використання перетворювальної техніки в СЕП

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.ф.-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович

Ухвалено на засіданні кафедри АЕМК (протокол № 15 від 04.06.2025)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІЕЕ (протокол № 30 від 25.06.2025)