



Надійність електротехнічних та мехатронних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>V, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР, РР</i>
Розклад занять	<i>36 год.-лекції, 18 год.-лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.ф-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net</i> Лабораторні: <i>к.ф-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, olnw7u</i>

Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються основні підходи до оцінювання надійності електротехнічних та мехатронних систем, які використовуються на енергоємних виробництвах. При цьому основою курсу є не тільки математичний апарат для розрахунку надійності вказаних систем, але й фізичні основи функціонування такого обладнання, які впливають на його надійність.

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

Предметом вивчення дисципліни являється комплекс питань з теоретичних основ розрахунку надійності та методів підвищення надійності обладнання на різних стадіях. Вивчення цих питань базується на матеріалі дисциплін, що вивчалися раніше: “Вища математика”, ”Фізика”, “Електротехнічні матеріали”, “Насосні, вентиляторні та пневматичні установки”. “Системи забезпечення електричною енергією енергоємних виробництв”.

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

- загальні:

- 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
- 2) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК2),
- 3) здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК3),
- 4) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4),

5) здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності (ЗК5),

6) здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК6),

- *фахові:*

1) здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК1),

2) здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК2),

3) здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК6),

4) 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 (ФК12),

5) Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК4),

6) Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК8),

7) Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем (ФК11),

та *програмні результати навчання:*

1) Знати і розуміти правила безпечної експлуатації електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання. (ПРН7)

2) Знати основні ефективні способи та підходи, які спрямовані на підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем. (ПРН9)

3) Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу (ПРН13)

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", "Насосні, вентиляторні та пневматичні установки". "Системи забезпечення електричною енергією енергоємних виробництв".

Суміжними дисциплінами являються: "Технічні ризики", "Комплекси, машини та обладнання електромеханічних систем", "Системи технічного діагностування".

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 3 розділів:

Розділ 1. Математичні основи надійності

Тема 1.1. Основні поняття теорії надійності

Тема 1.2. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем

Тема 1.3. Математичний апарат теорії надійності

Тема 1.4. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів

Тема 1.5. 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 електромеханічних систем

Розділ 3. Надійність обладнання в різних галузях

Тема 3.1. Методи розрахунку надійності

складних систем

Тема 3.2. Надійність обладнання систем електропостачання

Тема 3.3. Надійність шахтного обладнання

Тема 3.4. Надійність електромеханічного обладнання кар'єрів

Тема 3.5. Надійність обладнання нафто-перекачувальних станцій

Тема 3.6. Надійність систем керування

Тема 3.7. Методи підвищення надійності

Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. В.Г. Городецький, С.В. Зайченко. Надійність електромеханічного обладнання. – К.: НТУУ «КПІ», 2010.
2. Труханов В.М. Надёжность в технике. – М.: Машиностроение, 1999.
3. Труханов В.М. Надёжность изделий машиностроения. – М.: Машиностроение, 1996.
4. Труханов В.М. Методы обеспечения надёжности изделий машиностроения – М.: Машиностроение, 1995
5. Переверзев Е.С., Даниев Ю.Ф. Испытания и надёжность технических систем. – Днепр.: Инст. Техн. Мех. НАНУ, 1999.
6. Канарчук В.Е. Основы надёжности машин. – К.: Наукова думка, 1982.
7. Кубарев А.И. Надёжность в машиностроении. – М.: Изд.-во стандартов, 1989.

Додаткова література

8. Надёжность машиностроительной продукции. – М.: Изд.-во стандартов, 1990.
9. Райншке К., Ушаков И.А. Оценка надёжности систем с использованием графов – М.: Радио и связь, 1988.
10. Хенли Э.Дж., Кумамото Х. Надёжность технических систем и оценка риска. - М.; Машиностроение, 1984.
11. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
12. Зорин В.В. и др. Надёжность систем электроснабжения. – К.: Вища школа, 1984.
13. Топчиев А.В. и др. Надёжность горных машин и комплексов. – М.: Недра, 1968.
14. Кох П.И. Надёжность механического оборудования карьеров. – М.: Недра, 1978.
15. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Акбердин А.М. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций. – М.: ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2001.
16. Половко А.М., Основы теории надёжности. – М.: Наука, 1964.
17. Половко А.М. Сборник задач по теории надёжности. – М.: Сов. Радио, 1972.
18. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
19. ДСТУ 2864-94. Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності

Інформаційні ресурси

1. <http://emoev.kpi.ua>

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Математичні основи надійності				
Тема1.1. Основні поняття теорії надійності	4	2	-	2

Тема 1.2. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем	8	4	2	2
Тема 1.3. Математичний апарат теорії надійності	6	4	2	-
Тема 1.4. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів	12	6	4	2
Тема 1.5. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням	10	4	4	2
Разом за розділом 1	40	20	12	8
Розділ 2. Фізико-хімічні основи надійності				
Тема 2.1. Фізико-хімічні процеси руйнування матеріалів	4	2	-	2
Тема 2.2. Фізична та хімічна природа відмов електромеханічних систем	4	2	-	2
Контрольна робота з розділів 1,2	4	1		3
Разом за розділом 2	12	5		7
Розділ 3. Надійність обладнання в різних галузях				
Тема 3.1. Методи розрахунку надійності складних систем	4	-	4	-
Тема 3.2. Надійність обладнання систем електропостачання	6	2	2	2
Тема 3.3. Надійність шахтного обладнання	4	2	-	2
Тема 3.4. Надійність електромеханічного обладнання кар'єрів	4	2	-	2
Тема 3.5. Надійність обладнання нафто-перекачувальних станцій	2	2	-	-
Тема 3.6. Надійність систем керування	2	-	-	2
Тема 3.7. Методи підвищення надійності	4	2	-	2
Контрольна робота з розділу 3	4	1		3
Разом за розділом 3	30	11	4	13
Розрахункова робота	8			8
Іспит	30			30
Всього	120	36	18	66

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	2
1	<p>Тема 1.1 Основні поняття теорії надійності. <u>Лекція 1.</u> Визначення надійності. Її зв'язок з іншими показниками обладнання. Відмови та їх різновиди. Строк служби обладнання. Його ремонтовність. Поняття про елемент розрахунку надійності. Надлишковість та резервування. Види резервування. Види структурного резервування. Література: [1] с.7-15, [11] с.29-36, [18].</p>
2	<p>Тема 1.2. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем. <u>Лекція 2.</u> Показники надійності неремонтовних об'єктів: ймовірність відмови та безвідмовної роботи, щільність розподілу ймовірності відмови, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи та інші. Література: [3], с. 40-52, [4] с.7-16. СРС. Визначення основних показників надійності на основі статистичних даних</p>

3	<p>Тема 1.2. Основні кількісні характеристики надійності елементів та систем.</p> <p><u>Лекція 3.</u> Показники надійності ремонтних виробів: середнє напрацювання на відмову, напрацювання між відмовами, коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання та інші. Показники довговічності та збережуваності.</p> <p>Література: [3], с. 40-52, [4] с.7-16.</p> <p>СРС. Визначення основних показників надійності на основі статистичних даних</p>
4	<p>Тема 1.3. Математичний апарат теорії надійності.</p> <p><u>Лекція.4.</u> Основні визначення та теореми теорії ймовірностей.</p> <p>Основні визначення теорії ймовірностей, що використовуються в теорії надійності. Теореми додавання та множення ймовірностей.</p> <p>Література: [1], с.21-22, [11], с.41-43.</p>
5	<p>Тема 1.3. Математичний апарат теорії надійності.</p> <p><u>Лекція. 5.</u> Закони розподілу випадкових величин та їх параметри.</p> <p>Закони розподілу випадкових величин, що використовуються в теорії надійності. Основні параметри розподілів.</p> <p>Дидактичні засоби: закони розподілу та їх характеристики.</p> <p>Література: [3], с.24-39.</p> <p>СРС. Розподіли Релея, гамма, логарифмічний нормальний.</p>
6	<p>Тема 1.4. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів.</p> <p><u>Лекція 6.</u> Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів.</p> <p>Постановка задачі. Елемент розрахунку надійності. Поняття про основне з'єднання елементів. Закон множення ймовірностей.</p> <p>Література: [1], с.81-82, [5], с.27-32.</p>
7	<p>Тема 1.4. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів.</p> <p><u>Лекція 7</u> Особливості розрахунку надійності на окремих стадіях проектування</p> <p>Види розрахунку надійності. Особливості розрахунку надійності на окремих стадіях проектування. Послідовність розрахунків.</p> <p>Література: [1], с.82-88.</p>
8	<p>Тема 1.4. Методи розрахунку надійності при основному з'єднанні елементів.</p> <p><u>Лекція 8</u> Розрахунок надійності при експоненціальному розподілі</p> <p>Основні розрахункові співвідношення: імовірність безвідмовної роботи, середній час безвідмовної роботи, інтенсивність відмов.</p> <p>Дидактичні засоби: основні розрахункові співвідношення при експоненціальному розподілі.</p> <p>Література: [11], с.241-244.</p> <p>СРС. Розрахунок надійності обладнання при експоненціальному розподілі.</p>
9	<p>Тема 1. 5. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням.</p> <p><u>Лекція 9.</u> Аналіз характеристик надійності обладнання зі сталим резервуванням</p> <p>Основні розрахункові співвідношення при постійно включеному резерві та загальному або роздільному резервуванні.</p> <p>Література: [1], с. 89-93. [11], с. 244-247, 256-261.</p> <p>СРС. Методи розрахунку надійності обладнання при різних видах резервування.</p>

10	<p>Тема 1. 5. Аналіз характеристик надійності обладнання з резервуванням.</p> <p><u>Лекція 10.</u> Методи розрахунку надійності при резервуванні заміщенням та резервуванні з дробовою кратністю.</p> <p>Загальне та роздільне резервуванні заміщенням. Особливості розрахунку при резервуванні з дробовою кратністю. Оцінка виграшу надійності при різних методах резервування.</p> <p>Дидактичні засоби: залежність надійності від кратності резервування.</p> <p>Література: [1], с. 93-95, [11], с. 247-253, 256-261.</p> <p>СРС. Методи розрахунку надійності обладнання при різних видах резервування.</p>
11	<p>Тема 2.1. Фізико-хімічні процеси руйнування матеріалів.</p> <p><u>Лекція 11.</u> Фізико-хімічні процеси руйнування матеріалів</p> <p>Особливості побудови матеріалів. Дефекти матеріалів. Молекулярно-кінетичні процеси в речовині, які впливають на надійність елементів обладнання. Дифузія. Сорбція.</p> <p>Механічне руйнування твердих тіл. Старіння матеріалів. Електричне руйнування матеріалів.</p> <p>Література: [6] с.24-36, [7] с. 58-67.</p> <p>СРС. Вплив факторів оточуючого середовища на надійність обладнання</p>
12	<p>Тема 2.2. Фізична та хімічна природа відмов електромеханічних систем.</p> <p><u>Лекція 12.</u> Фізична та хімічна природа відмов електромеханічних систем</p> <p>Відмови по параметрам міцності. Деформація та злам. Види зламів. Повзучість.</p> <p>Трибологічні відмови. Види зношування. Механічне, корозійно-механічне та електроерозійне зношування. Відмови по параметрам корозії.</p> <p>Дидактичні засоби: графічна залежність швидкості повзучості від часу.</p> <p>Література: [6] с. 37-55, [7] с.67-96.</p> <p>СРС. Вплив умов експлуатації на надійність обладнання</p>
13	<p>Тема 3.2. Надійність обладнання систем електропостачання.</p> <p><u>Лекція 13.</u> Надійність обладнання систем електропостачання</p> <p>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.</p> <p>Дидактичні засоби: конструкція СП.</p> <p>Література: [12], с.17-23, с.158-187.</p> <p>СРС. Розрахунок надійності систем електропостачання.</p>
14	<p>Тема 3.3. Надійність шахтного обладнання.</p> <p><u>Лекція 14.</u> Надійність шахтного обладнання</p> <p>Специфіка експлуатації обладнання в шахті. Режим роботи шахтного обладнання. Вплив на надійність шахтного обладнання температури, вологи, запиленості, складу шахтної атмосфери, механічних та інших чинників.</p> <p>Дидактичні засоби: температурні режими роботи обладнання.</p> <p>Література: [13]</p> <p>СРС. Вплив шахтного середовища на надійність шахтного обладнання.</p>
15	<p>Тема 3.4. Надійність електромеханічного обладнання кар'єрів.</p> <p><u>Лекція 15.</u> Надійність електромеханічного обладнання кар'єрів</p> <p>Основні фактори впливу на надійність обладнання кар'єрів. Зношування деталей гірничотранспортних машин кар'єрів. Надійність одноківшевих екскаваторів. Надійність роторних комплексів. Надійність транспортних засобів кар'єрів. Аналіз відмов систем керування НПС.</p> <p>Дидактичні засоби: таблиця коефіцієнтів готовності обладнання кар'єрів.</p> <p>Література: [14], с.72-96.</p>

	СРС. Особливості експлуатації обладнання на кар'єрах.
16	<p>Тема 3.5. Надійність обладнання нафто-перекачувальних станцій.</p> <p><u>Лекція 16</u> Надійність обладнання нафто-перекачувальних станцій.</p> <p>Характеристика відмов обладнання нафто-перекачувальних станцій. Чинники відмов магістральних насосів. Надійність електроприводу нафто-перекачувальних станцій (НПС). Залежність надійності насосних агрегатів від їх типорозміру. Розподіли показників надійності насосів НПС.</p> <p>Дидактичні засоби: залежність надійності насосних агрегатів від їх потужності.</p> <p>Література: [15], с. 384-393, с.403-407.</p> <p>СРС. Специфіка функціонування обладнання нафто-перекачувальних станцій.</p>
17	<p>Тема 3.6. Надійність систем керування.</p> <p><u>Лекція 17.</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.</p> <p>Література: [2], с.532-540, [11] с.118-138.</p> <p>СРС. Фактори, які впливають на компоненти систем керування.</p>
18	<p>Тема 3.7. Підвищення надійності електромеханічних систем.</p> <p><u>Лекція 18.</u> Методи підвищення надійності електромеханічних систем</p> <p>Зв'язок надійності з іншими характеристиками обладнання. Економічні критерії надійності. Основні напрямки підвищення надійності складних систем. Зменшення інтенсивності відмов. Резервування. Скорочення часу безперервної роботи. Скорочення середнього часу відновлення. Заходи по підвищенню надійності складних систем при проектуванні, виготовленні та експлуатації виробів. Кількісна оцінка виграшу надійності при проведенні необхідних заходів.</p> <p>Дидактичні засоби: залежність витрат на обладнання від його надійності.</p> <p>Література: [5], с.33-37, [9], с. 56-65, [11], с. 361-401.</p> <p>СРС. Підвищення надійності за рахунок зменшення інтенсивності відмов.</p>

- Практичні заняття

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

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p>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.</p> <p>Література [3], с. 40-52, [4] с.7-16.</p> <p>Завдання СРС. Визначення основних показників надійності на основі статистичних даних</p>
2	<p>Практичне заняття №2. Розрахунок надійності систем при різних розподілах. Експоненціальний розподіл. Нормальний розподіл. Розподіл Вейбула та інші.</p> <p>Дидактичні засоби: закони розподілу та їх характеристики.</p> <p>Література: [3], с.24-39.</p> <p>СРС. Розподіли Релея, гамма, логарифмічний нормальний.</p>

3-4	<p>Практичне заняття №3. Розрахунок надійності систем при основному з'єднанні елементів.</p> <p>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.</p> <p>Дидактичні засоби: основні розрахункові співвідношення при експоненціальному розподілі.</p> <p>Література: [11], с.139-152, [10], с.56-65, [5], с.27-32.</p> <p>СРС. Розрахунок надійності обладнання при експоненціальному розподілі.</p>
5	<p>Практичне заняття №4. Розрахунок надійності систем з резервуванням.</p> <p>Дублювання при постійно включеному резерві. Резервування із заміщенням.</p> <p>Дидактичні засоби: залежність надійності від кратності резервування.</p> <p>Література: [11], с. 116-143</p> <p>СРС. Розрахунок надійності обладнання при різних видах резервування.</p>
6	<p>Практичне заняття №5. Розрахунок надійності систем з резервуванням</p> <p>Резервування із дробовою кратністю. Загальне та роздільне резервування.</p> <p>Дидактичні засоби: залежність надійності від кратності резервування.</p> <p>Література: [11], с.144-156</p> <p>СРС. Розрахунок надійності обладнання при різних видах резервування.</p>
7	<p>Практичне заняття №6. Розрахунок надійності складних систем.</p> <p>Метод мінімальних шляхів та мінімальних перерізів. Правило визначення мінімальних перерізів систем будь-якої складності. Використання алгебри логіки для аналізу надійності складних систем. Метод розкладання відносно особливого елементу.</p> <p>Використання графів для визначення надійності. Аналіз стану систем за допомогою теорії марковських процесів. Рівняння Колмогорова-Чепмена.</p> <p>Дидактичні засоби: перетворення структури методу мінімальних шляхів та мінімальних перерізів.</p> <p>Література: [13] гл. 5, [8] с.60-70.</p> <p>СРС. Методи визначення мінімальних перерізів складних систем.</p>
8	<p>Практичне заняття №7. Розрахунок надійності складних систем.</p> <p>Метод розкладання відносно особливого елементу. Використання графів для визначення надійності. Аналіз стану систем за допомогою теорії марковських процесів. Рівняння Колмогорова-Чепмена.</p> <p>Література: [13] гл. 5, [9] с.60-70.</p> <p>СРС. Побудова рівнянь Колмогорова-Чепмена.</p>
9	<p>Практичне заняття №8. Надійність обладнання систем електропостачання.</p> <p>Дидактичні засоби: конструкція СП.</p> <p>Література: [12], с.17-23, с.158-187.</p> <p>СРС. Розрахунок надійності систем електропостачання</p>

- Розрахункова робота

На протязі семестру студенти виконують розрахункову роботу на тему «Розрахунок надійності складних систем». Для виконання цієї роботи передбачено самостійне опрацювання студентами теми 3.1.

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.4. Методика опанування навчальної дисципліни - це підготовка до виконання практичних робіт, виконання та захист розрахункової роботи, а також підготовка до модульної контрольної роботи та іспиту.

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Надійність електротехнічних та мехатронних систем”

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 заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

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

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) відповіді на практичних заняттях;
- 3) виконання та захист розрахункової роботи;
- 4) відповідь на іспиті;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

	вчасна здача	1 перездача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 перездача (без дотримання термінів виконання)
1. Виконання модульної контрольної роботи:			
- повністю правильно виконана робота	14	12	8
- робота виконана з незначними помилками	12	10	6
- робота не зарахована	0	0	0
2. Відповіді на практичних заняттях:			
- відповідь демонструє відмінне володіння матеріалом	4		
- відповідь свідчить про незначні прогалини у володінні матеріалом	3		
- відповідь свідчить про неготовність студента	0		
3. Виконання розрахункової роботи:			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	8	6	4
- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	6	4	2
- завдання не виконано	0	0	0

Розрахунок шкали (RC) рейтингу

$$RC(\max) = 6 \cdot 4 + 1 \cdot 8 + 14 \cdot 2 = 60 \text{ балів}$$

$$RC(\min) = 36 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 19 балів (3 пр., 0,5 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше $0,5 \cdot 19 = 10$ балів**.

За результатами 13 тижнів навчання максимальна сума набраних балів має складати 34 балів (5 пр., 0,5 МКР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше $0,5 \cdot 34 = 17$ балів**.

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одну задачу. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, задача – у 10 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 12 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Шкала рейтингових балів та критерії оцінювання екзамену (RE):

	бали
- повністю правильна відповідь	40...38
- відповідь з незначними помилками	37...30
- відповідь з помилками	29...20
- відповідь не зарахована	19-0

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R=RC+RE=60+40=100$ балів

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

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 36 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні запитання

з дисципліни “Надійність електротехнічних та мехатронних систем”

1. Визначення надійності і поняття про відмову
2. Поняття про термін служби, граничний стан і ремонтпридатність
3. Поняття про імовірність безвідмовної роботи
4. Поняття про інтенсивність відмов
5. Поняття про частоту відмов. Зв'язок між основними кількісними характеристиками надійності невідновлюваних систем у загальному випадку
6. Поняття про середній час безвідмовної роботи

7. Поняття про середній наробіток на відмову, коефіцієнти готовності і коефіцієнти вимушеного простою
8. Експоненційний розподіл
9. Нормальний розподіл
10. Розподіл Вейбулла
11. Розрахункові співвідношення при основному з'єднанні елементів
12. Поняття про прикидочний розрахунок надійності
13. Поняття про орієнтовний розрахунок надійності
14. Поняття про остаточний розрахунок надійності
15. Послідовність розрахунку надійності
16. Структурне, функціональне, часове, навантажувальне і інформаційне резервування
17. Кратність резервування, резервування з цілою і дробовою кратністю
18. Загальне і поелементне резервування, резервування постійне і з заміщенням
19. Аналіз характеристик надійності при постійно включеному резерві у випадку загального резервування
20. Аналіз характеристик надійності при постійно включеному резерві у випадку поелементного резервування
21. Аналіз характеристик надійності при загальному і поелементному резервуванні з заміщенням
22. Внутрішні дефекти матеріалів
23. Поняття про дифузію і сорбцію
24. Руйнування матеріалів при механічному напруженні
25. Руйнування матеріалів при їхньому старінні
26. Електричне руйнування матеріалів
27. Відмови за параметрами міцності
28. Трибологічні відмови
29. Відмови за параметрами корозії
30. Надійність повітряних ліній електропередачі в СЕП
31. Надійність кабельних ліній електропередачі в СЕП
32. Надійність ЛЕП із СП
33. Надійність силових трансформаторів і комутаційних апаратів у СЕП
34. Вплив температурних факторів на надійність шахтного обладнання
35. Вплив вологості і компонентів шахтної атмосфери на надійність шахтного устаткування
36. Вплив запиленості на надійність шахтного устаткування
37. Вплив режиму роботи на надійність шахтного устаткування
38. Метод мінімальних шляхів та мінімальних перерізів
39. Використання графів для оцінювання надійності систем
40. Використання алгебри логіки для оцінювання надійності систем
41. Рівняння Колмогорова-Чепмена
42. Метод розкладання відносно особливого елемента
43. Правило визначення мінімальних перерізів складних систем

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ЕМОЕВ (протокол № 18 від 25.05.2021)

Погоджено Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 6 від 26.05.2021)