МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
«Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО
Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: *старший викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.*

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», кандидат технічних наук, доцент Шокарьов Д.А.

2. Старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва напряму підготовки, спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 6,0 Загальна кількість годин – 180 Кількість тем – 8	14 Електрична інженерія; (шифр галузі) (назва галузі знань) 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; (код спеціальності) (назва спеціальності) Бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (назва СВО)	Навчальний курс 3 (номер) Семестр 6, (номер) Вид контролю: залік (екзамен, залік)

Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:

Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Лекції	- 0 (години)	Лекції	- 14 (години)
Семінарські заняття	- 0 (години)	Семінарські заняття	- 0 (години)
Практичні заняття	- 0 (години)	Практичні заняття	- 10 (години)
Лабораторні заняття	- - (години)	Лабораторні заняття	- - (години)
Самостійна робота	- 0 (години)	Самостійна робота	- 156 (години)
Індивідуальні завдання:		Індивідуальні завдання:	
Курсова робота	- - (кількість, № семестру)	Курсова робота	- - (кількість, № семестру)
Реферати	- - - (кількість, № семестру)	Реферати	- - - (кількість, № семестру)

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем» є ознайомлення здобувачів вищої освіти із засобами та методами фізичного та математичного моделювання електротехнічних систем, способам складання диференційних рівнянь різноманітних електротехнічних систем та пристроїв, методам лінеаризації і апроксимації характеристик нелінійних елементів електротехнічних систем.

Завдання: Основними завданнями вивчення дисципліни «Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем» є отримання знань щодо математичного моделювання електротехнічних систем, способам складання диференційних рівнянь різноманітних електротехнічних систем та пристроїв промислових підприємств.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальна дисципліна «Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем» взаємопов'язана з такими навчальними дисциплінами як «Електричні системи і мережі», «Теоретичні

основи електротехніки», «Основи проектування електромеханічних систем», «Комп'ютерно-інтегровані системи керування» та інші.

1.1 **Очікувані результати навчання:** Згідно з вимогами освітньої програми здобувачі вищої освіти повинні:

знати:

– класифікацію фізичних та математичних моделей;

– підходами до підготовчого етапу моделювання;

– правила розв’язання диференційних рівнянь;

– принципи математичного опису електромеханічних систем;

– принципи створення математичних моделей;

– принципи моделювання електричних машин;

– програмне забезпечення для проведення моделювання електромеханічних систем.

вміти:

– класифікувати математичні моделі та відповідно обирати фактори впливу, управління та реакції;

– використовувати програмне забезпечення для проведення досліджень електромеханічних систем;

– синтезувати математичні моделі з лінійними елементами;

– створювати та досліджувати математичні моделі електричних двигунів та електромеханічних систем.

1.2 Форма підсумкового контролю – залік.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 години / 6,0 кредитів ECTS.

Програмні компетентності:

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність	Здатність розв’язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі авіаційного транспорту, у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов	
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК-01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
Фахові (спеціальні) компетентності (ФК)	ФК-01	Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
	ФК-09	Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

	ФК-10	Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. «Загальні відомості про моделювання та математичні моделі»

Поняття про моделі складних процесів. Класифікація моделей. Фізичне моделювання. Математичне моделювання.

Тема 2. «Методи розв'язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем»

Класифікація електромеханічних систем. Класичний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь. Операторний метод розв'язання систем диференціальних рівнянь. Розв'язання систем диференціальних рівнянь із застосуванням теорем.

Тема 3. «Математичні методи моделювання при обробці даних»

Інтерполяція. Апроксимація. Сплайни. Екстраполяція. Методи прогнозної інтерполяції. Класифікація методів прогнозування.

Тема 4. «Моделі електромеханічних систем та їх елементів»

Моделі, описувані диференціальними рівняннями першого порядку. Моделі, описувані диференціальними рівняннями другого порядку. Моделі силових перетворювачів в електромеханічних системах. Математичні моделі регуляторів замкнутих електромеханічних систем. Моделі замкнутих електромеханічних систем.

Тема 5. «Математичне моделювання електричних машин постійного струму»

Загальні положення та допущення. Математичне моделювання двигунів постійного струму. Моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку. Моделювання генератора постійного струму. Нормування систем диференційних рівнянь. Підготовка даних для моделювання двигуна постійного струму.

Тема 6. «Математичне моделювання асинхронних машин»

Розрахунок параметрів асинхронного двигуна за даними каталогу. Механічна характеристика асинхронного двигуна і її апроксимація видозміненою формулою Клосса. Лінеаризована модель асинхронного двигуна. Моделювання асинхронного двигуна в 3-фазній системі координат. Метод зображуючих векторів. Рівняння АД в ортогональній системі координат. Система відносних одиниць АД. Математична модель АД в осях «α, β, 0».

Тема 7. «Математичне моделювання синхронних машин»

Розрахунок асинхронного моменту синхронного двигуна. Лінеаризована модель синхронного двигуна. Моделювання синхронної машини у 3-фазній системі координат. Моделювання синхронної машини в ортогональній системі координат.

Тема 8. «Математичне моделювання тиристорних перетворювачів»

Методи моделювання тиристорних перетворювачів. Моделювання тиристорних перетворювачів по середніх значеннях випрямленої ЕРС. Моделювання з обліком однонаправленості вентильного ланцюга. Моделювання тиристорних перетворювачів по миттєвих значеннях випрямленої ЕРС. Моделювання тиристорних перетворювачів методом перемикаючих функцій. Моделювання тиристорних перетворювачів методом змінних опорів.

4. Структура навчальної дисципліни

4.1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання) не передбачено навчальним планом

4.1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Тема 1. Загальні відомості про моделювання та математичні моделі.	23	0	0	0	0	23	
Тема 2. Методи розв’язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем.	23	2	0	2	0	19	
Тема 3. Математичні методи моделювання при обробці даних.	23	2	0	2	0	19	
Тема 4. Моделі електромеханічних систем та їх елементів.	23	2	0	2	0	19	
Тема 5. Математичне моделювання електричних машин постійного струму.	23	2	0	2	0	19	

Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин.	23	2	0	2	0	19	
Тема 7. Математичне моделювання синхронних машин.	21	2	0	0	0	19	
Тема 8. Математичне моделювання тиристорних перетворювачів.	21	2	0	0	0	19	
Всього за семестр № 6:	**180**	**14**	**0**	**10**	**0**	**156**	**залік**

4.1.3. Питання, що виносяться на самостійне оцінювання

Перелік питань до тем навчальної дисципліни		Література:
Тема 1. Загальні відомості про моделювання та математичні моделі.		1 с. 5-22; 2 с. 5-39; 3 с. 13-24; 4 с. 21-39; 13 с. 5-27; 14 с. 37-345
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Визначення поняття моделі. Співвідношення між моделлю й об'єктом* *2. Вимоги до моделі. Функції моделі.* *3. Структура моделей.* *4. Методологічні основи формалізації функціонування складної системи.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	
Тема 2. Методи розв'язування систем диференційних рівнянь, що описують динаміку лінійних електромеханічних систем.		5 с. 5-28; 6 с. 58-102; 7 с. 59-201; 8 с. 41-108; 14 с. 124-310
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту: *1. Статичний та динамічний режими електромеханічної системи.* *2. Розв'язання систем диференціальних рівнянь із застосуванням спеціальних теорем.* *3. Ссутність метода розвязання диференційних рівнянь за допомогою інтеграла Дюамеля.* *4. Сутність застосування теореми Бореля для рішення диференційних рівнянь.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	
Тема 3. Математичні методи моделювання при обробці даних.		2 с. 59-81; 9 с. 27-69, 85-99; 15 с. 6-31

—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Сутність інтерполяції. Галузь застосування.* *2. Сутність екстраполяції. Види екстраполяції.* *3. Поняття "тренду". Якими фуекціями може бути описана тенденція розитку?* *4. Сутність методу ковзної середньої.Особливості застосування в прогнозуванні.* *5. Поліноміальна апроксимація. Її сутність та особливості застосування.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1).	
Тема 4. Моделі електромеханічних систем та їх елементів.		1 с. 33-52; 2 с. 45-59; 5 с. 34-51; 15 с. 214-237; 16 с. 38-97; 17 с. 128-194
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Пошукові методи розвязання диференційних рівнянь, їх коротка характеристика.* *2. Класи чисельних методів розвязання диференційних рівнянь.* *3.Алгоритм* ***розв'язання систем диференційних рівнянь.*** Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	
Тема 5. Математичне моделювання електричних машин постійного струму.		1 с. 37-40; 2 с. 96-107; 12 с. 4-30, с. 32-49
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Особливості моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку.* *2. Принцип та відмінності моделювання генератора постійного струму.* *3. Допущення при рішенні систем диференційних рівнянь.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	
Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин.		2 с. 114-134; 11 с. 47-142; 12 с. 37-92
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Порівняльна характеристика моделей асинхронного двигуна.* *2. Сутність лінійного перетворення змінних.* *3. Модель асинхронного двигуна у координатах α, β, 0.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	

Тема 7. Математичне моделювання синхронних машин.		2 с. 140-162; 11 с. 67-110; 12 с. 37-92
—	Підготовка до практичного заняття згідно з планом навчання, розглянути додаткові питання за темою. Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Недоліки моделювання синхронног одвигуна у фазних координатах.* *2. Переваги та недоліки моделі синхронног одвигуна "d, q, 0".* *3. Галузы застосування синхронних двигуныв.* Рішення задач за темою практичного заняття і завдань, виданих викладачем для вирішення вдома (Завдання 1,2).	
Тема 8. Математичне моделювання тиристорних перетворювачів.		
—	Вивчення лекційного матеріалу та конспектування основних питань за темою. Після вивчення теми дати відповіді на питання у вигляді конспекту**:** *1. Види тиристорних перетворювачів та способи їх математичного представлення.* *2. Алгоритм моделювання перетворювачів за миттєвими значеннями випрямленої електрорухомої сили.* *3. Принципова схематрифазного мостового випрямляча та система дифренційних рівнянь.*	2 с. 167-182; 5 с. 40-43

5. Індивідуальні завдання (теми рефератів)

1. Класичний метод розв’язання систем диференціальних рівнянь.
2. Операторний метод розв’язання систем диференціальних рівнянь.
3. Розв’язання систем диференціальних рівнянь із застосуванням визначників Вандермонда.
4. Моделі, описувані диференціальними рівняннями першого порядку.
5. Моделі, описувані диференціальними рівняннями другого порядку.
6. Моделі замкнутих електромеханічних систем.
7. Методи розв’язання найпростіших електричних ланцюгів.
8. Розв’язання задачі Коші з нульовими початковими умовами на прикладі навантаженого фільтра низьких частот 2-го порядку.
9. Аналіз динаміки пуску, реверса, зупинки, накиду й скидання навантаження двигуна постійного струму із застосуванням класичних способів розв’язання задачі Коші.
10. Моделювання нестаціонарної електромеханічної ситеми із застосуванням класичних способів розв’язання систем диференційних рівнянь.
11. Аналіз динаміки двигуна постійного струму незалежного збудження на холостому ході (пуск, реверс) із застосуванням перетворення Лапласа з нульовими й ненульовими початковими умовами.
12. Моделювання системи «Двополярний широтно-імпульсний перетоврювач – двигун постійного струму незалежного збудження» аналітично із застосуванням перетворення Лапласа.
13. Принципи аналогового моделювання.
14. Моделювання нелінійності електромеханічних систем.
15. Моделювання сил тертя ковзання і кочення.

16. Моделювання механічної частини електропривода з урахуванням пружності.
17. Моделювання зазору в механічній передачі.
18. Механічна характеристика АД і її апроксимація видозміненою формулою Клосса.
19. Моделювання синхронної машини у трифазній системі координат
20. Математичне моделювання тиристорних перетворювачів.

6. Методи навчання

З метою забезпечення кращого засвоєння здобувачами вищої освіти поточного матеріалу передбачається під час проведення лекції максимально тісно пов'язувати цей матеріал з реальним життям, наповнювати його конкретним змістом.

Для збільшення інтересу здобувачів вищої освіти до процесу навчання і підвищення їх уваги передбачається провести дискусії за певними темами. При аналізі найбільш гострих та проблематичних питань планується застосовувати метод «мозкового штурму».

При проведенні практичних занять за всіма темами передбачено організовувати бесіди по окремих питаннях теми, що розглядається на занятті.

При вивченні дисципліни використовується метод презентації. Для участі в такому практичному занятті здобувачі вищої освіти готують інформацію щодо різних методів розв'язання систем диференціальних рівнянь, методів складання та вирішення моделей електромеханічних систем, визначають їх переваги та недоліки та презентують на практичному занятті.

Під час самостійної роботи здобувачі вищої освіти готують реферати за певними темами, також передбачається, що здобувачі вищої освіти після їх виконання готують доповідь для публічного обговорення в аудиторії.

Систематично надаються аудиторні консультації за питаннями з курсу «Моделювання та методи оптимізації електромеханічних систем».

7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль

1. Класифікація моделей та їх основні характеристики.
2. Етапи математичного моделювання.
3. Властивості об'єктів моделювання.
4. Форми представлення динамічних об'єктів.
5. Чисельні методи розв'язання диференційних рівнянь та їх систем.
6. Однокрокові чисельні методи.
7. Багатокрокові чисельні методи.
8. Спеціальні теореми розв'язання систем диференціальних рівнянь.
9. Основні нелінійності які використовують в електротехніці та їх математичний опис.
10. Апроксимація нелінійностей.
11. Інтерполяція нелінійностей.
12. Екстраполяція нелінійностей.

13. Метод кінцевих різниць.
14. Сплайн-функції.
15. Методи прогнозування.
16. Моделі, описувані диференціальними рівняннями першого порядку.
17. Моделі, описувані диференціальними рівняннями другого порядку.
18. Моделі силових перетворювачів в електромеханічних системах.
19. Математичні моделі регуляторів замкнутих ЕМС.
20. Моделі замкнутих електромеханічних систем.
21. Моделювання двигуна постійного струму.
22. Загальні положення та допущення при моделюванні двигуна постійного струму.
23. Математичне моделювання двигунів постійного струму.
24. Моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку.
25. Моделювання генератора постійного струму.
26. Нормування систем диференційних рівнянь.
27. Підготовка даних для моделювання двигуна постійного струму.
28. Розрахунок параметрів асинхронного двигуна за даними каталогу
29. Механічна характеристика асинхронного двигуна і її апроксимація видозміненою формулою Клосса.
30. Лінеаризована модель асинхронного двигуна.
31. Моделювання асинхронного двигуна в 3-фазній системі координат.
32. Метод зображуючих векторів.
33. Рівняння АД в ортогональній системі координат.
34. Система відносних одиниць АД.
35. Математична модель АД в осях “α, β, 0 ”.
36. Розрахунок асинхронного моменту синхронного двигуна.
37. Лінеаризована модель синхронного двигуна.
38. Моделювання синхронної машини у 3-фазній системі координат.
39. Моделювання синхронної машини в ортогональній системі координат.
40. Методи моделювання тиристорних перетворювачів.
41. Моделювання тиристорних перетворювачів по середніх значеннях випрямленої ЕРС.
42. Моделювання з обліком однонаправленості вентильного ланцюга.
43. Моделювання тиристорних перетворювачів по миттєвих значеннях випрямленої ЕРС.
44. Моделювання тиристорних перетворювачів методом перемикаючих функцій.
45. Моделювання тиристорних перетворювачів методом змінних опорів.

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів

Контрольні заходи включають у себе поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час практичних та лабораторних занять;

- якості виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних та лабораторних занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національної системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну та індивідуальну роботи виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів вищої освіти в коледжі враховуються такі види робіт: навчальні заняття (практичні, лабораторні); самостійна та індивідуальна роботи (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел та робочих зошитів, виконання розрахункових завдань, підготовка рефератів, виступи на наукових конференціях); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у вигляді, передбаченому в робочій програмі навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Результат навчальних занять за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок під час навчальних занять протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Результат самостійної роботи за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок з самостійної роботи, отриманих протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Здобувач вищої освіти, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10.**

$$\textit{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)} = \left(\left(\textit{Результат навчальних занять за семестр} + \textit{Результат самостійної роботи за семестр} \right) / 2 \right) * 10$$

Підсумковий контроль

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструються в журналах обліку

роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображуються у відомостях обліку успішності, навчальних картках здобувачів вищої освіти, залікових книжках. ***Присутність здобувачів вищої освіти на проведенні підсумкового контролю (екзамену) обов'язкова.*** Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на підсумковий контроль (екзамен), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (екзамен) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі (екзамену), з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (екзамену), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів вищої освіти, становить – **50.**

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамену).

Підсумкові бали навчальної дисципліни	=	***Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)***	+	***Кількість балів за підсумковим контролем***

Здобувач вищої освіти, який під час складання підсумкового контролю отримав оцінку «незадовільно», складає підсумковий контроль (екзамен) повторно. Повторне складання підсумкового контролю (екзамену) допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни, у тому числі один раз – викладачеві, а другий – комісії, що створюється. Незадовільні оцінки виставляються тільки в відомостях обліку успішності. Здобувачам вищої освіти, які отримали не більше як дві незадовільні оцінки (нижче ніж 60 балів) з навчальної дисципліни, можуть бути встановлені різні строки ліквідації академічної заборгованості, але не пізніше як за день до фактичного початку навчальних занять у наступному семестрі. Здобувачі, які не ліквідували академічну заборгованість у встановлений термін, відраховуються з коледжу. Особи, які одержали більше двох незадовільних оцінок (нижче ніж 60 балів) за підсумковими результатами вивчення навчальних дисциплін з урахуванням підсумкового контролю, відраховуються з коледжу.

Вимоги до здобувачів вищої освіти щодо засвоєння змісту навчальної дисципліни:

Робота під час навчальних занять	**Самостійна та індивідуальна робота**	**Підсумковий контроль**
Отримати не менше 4 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи.	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах		Оцінка за національною шкалою	Оцінка	
			оцінка	Пояснення
12	97– 100	Відмінно (“зараховано”)	A	**„Відмінно”** – теоретичний зміст курсу освоєний **цілком**, потрібні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, **усі** навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, **виконані** в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
11	94–96			
10	90–93			
9	85–89	Добре (“зараховано”)	B	**„Дуже добре”** – теоретичний зміст курсу засвоєний **цілком**, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом **в основному** сформовані, **усі** навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, **виконані**, якість виконання **більшості** з них оцінено числом балів, близьким до **максимального,** робота з двома-трьома незначними помилками.
8	80–84			
7	75 – 79		C	**„Добре”** – теоретичний зміст курсу засвоєний **цілком**, практичні навички роботи з освоєним матеріалом **в основному** сформовані, **усі** навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, **виконані**, якість виконання **жодного** з них **не оцінена мінімальним** числом балів, деякі види завдань виконані **з помилками,** робота з декількома незначними помилками або з однією–двома значними помилками.
6	70–74	Задовільно (“зараховано”)	D	**„Задовільно”** – теоретичний зміст курсу освоєний **неповністю**, але **прогалини не носять істотного** характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом **в основному** сформовані, **більшість** передбачених програмою навчання навчальних завдань **виконано, деякі** з виконаних завдань містять **помилки,** робота з трьома значними помилками.
5	65–69			
4	60 – 64		E	**„Достатньо”** – теоретичний зміст курсу освоєний **частково, деякі** практичні навички роботи **не сформовані, частина** передбачених програмою навчання навчальних завдань **не виконана** або якість виконання деяких з них оцінена числом балів, близьким до **мінімального,** робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
3	40–59	Незадовільно („не зараховано”)	FX	**„Умовно незадовільно”** – теоретичний зміст курсу засвоєний **частково**, потрібні практичні навички роботи **не сформовані, більшість** передбачених програм навчання, навчальних завдань **не виконана**, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до **мінімального**; при **додатковій самостійній** роботі над матеріалом курсу **можливе підвищення якості** виконання навчальних завдань (**з можливістю повторного складання**), робота, що потребує доробки
2	21–40			
1	1–20		F	**„Безумовно незадовільно”** – теоретичний зміст курсу **не освоєно**, необхідні практичні навички роботи **не сформовані, всі виконані** навчальні завдання містять грубі **помилки, додаткова самостійна** робота над матеріалом курсу **не приведе** до значимого **підвищення якості** виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Моделювння електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. Кременчук, 2001. 410 с.

Допоміжна література:

1. Чорний О.П., Толочко О.І., Титюк В.К. та інші Математичні моделі та особливості чисельних розрахунків динаміки електроприводів з асинхронними двигунами: монографія. Кременчук: ПП Щербатих О.В, 2016. 302 с.

2. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.

3. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв’язування задач електромеханіки в середовищі пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 166 с.

4. Довгань С. М. Дослідження систем електропривода методами математичного моделювання: навчальний посібник. Дніпропетровськ: НГА України, 2001. 137 с.

5. Дерець О. Л. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем». Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. 104 с.