

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ СУДНОВИХ ТА РОБОТИЗОВАНИХ
КОМПЛЕКСІВ

Код РПНД Т73514



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи

Слободян С. О.
Слободян С. О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Моделювання електромеханічних систем
MODELING OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова (и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» є однією із складових комплексної підготовки здобувачів галузі знань G – «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G3 – «Електрична інженерія».

« 02 » квітня 2025 року. – 18 с.

Розробник:

Волянський С. М., к.т.н., доцент, доцент кафедри ЕІС та РК.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» узгоджено з гарантом ОПІ «Електромеханіка та електроенергетика»

Гарант ОПІ
д.т.н., професор

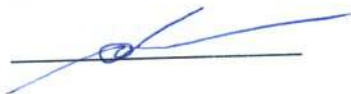


Яна ВОЛЯНСЬКА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» розглянуто на засіданні кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів.

Протокол № 8 від « 04 » 04 2025 р.

Завідувач кафедри

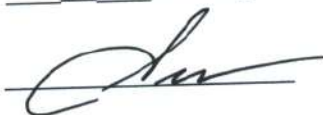


Дмитро КОСТЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» розглянуто Навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки.

Протокол № 4 від « 14 » 04 2025 р.

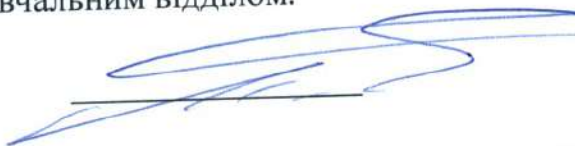
Голова



Дмитро ЖУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу

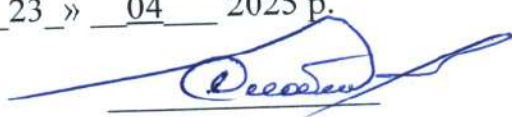


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 4 від « 23 » 04 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	17
10. Рекомендовані джерела інформації	18

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Моделювання електромеханічних систем» є основою формування у здобувачів вищої освіти комплексу знань та практичних навичок створення математичних і комп'ютерних моделей об'єктів, що поєднують електричні, магнітні та механічні процеси.

Програма охоплює методи формування рівнянь стану електромеханічних перетворювачів, дослідження динамічних і статичних режимів роботи двигунів та виконавчих механізмів, а також синтез систем керування на основі отриманих моделей. Особлива увага приділяється використанню сучасних програмних комплексів для візуалізації процесів та верифікації результатів моделювання, що дозволяє суттєво скоротити терміни проектування та випробувань реальних систем.

Ключові слова: математичне моделювання, електромеханічні системи, перехідні процеси, MATLAB / Simulink, імітаційне моделювання, цифрові двійники, ідентифікація параметрів, обчислювальний експеримент.

Abstract

The academic discipline «Modeling of electromechanical systems» is the basis for the formation of a complex of knowledge and practical skills for higher education applicants to create mathematical and computer models of objects that combine electrical, magnetic and mechanical processes.

The program covers methods for forming equations of state of electromechanical converters, studying dynamic and static modes of operation of motors and actuators, as well as synthesizing control systems based on the obtained models. Special attention is paid to the use of modern software packages for visualizing processes and verifying modeling results, which significantly reduces the design and testing time of real systems.

Keywords: mathematical modeling, electromechanical systems, transients, MATLAB / Simulink, simulation modeling, digital doubles, parameter identification, computational experiment.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 9	Галузь знань: G – Інженерія, виробництво та будівництво	Обов’язкова			
Модулів – 1	Спеціальність: G3 – Електрична інженерія	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 3		2-й	3-й	2-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету		Семестри			
Індивідуальне науково-дослідне завдання – курсова робота (КР)		4-й	5-й	4-й	5-й
Загальна кількість годин – 270		4-й	5-й	4-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год (4-й семестр); 4 год (5-й семестр); самостійної роботи здобувача – 4 год (4-й семестр); 8 год (5-й семестр).	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції			
		15 год	30 год	6 год	12 год
		Лабораторні роботи			
		15 год	30 год	6 год	12 год
		Практичні заняття			
		–	–	–	–
		Самостійна робота			
		60 год	120 год	78 год	156 год
		Індивідуальні завдання			
		–		–	
		Вид контролю:			
екзамен		екзамен, курсова робота			
Форма контролю: комбінована					

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою дисципліни є формування у здобувачів цілісної системи знань та практичних навичок щодо побудови адекватних математичних моделей складних електромеханічних комплексів та проведення комп'ютерних експериментів для прогнозування поведінки систем у різних експлуатаційних умовах.

Вивчення навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» формує у здобувачів відповідно до освітньо-професійної програми такі **компетентності**:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

СК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

СКс14. Здатність збирати та інтерпретувати інформацію, обирати методи та інструментальні засоби для розв'язання складних професійних задач у сфері електромеханіки та електроенергетики.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Електричні машини», «Основи інформаційних технологій та програмування», «Електричні апарати», «Мікропроцесорні пристрої».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів таких **програмних результатів навчання**:

ПРН6. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРНс18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Теоретичні дослідження при моделюванні і оптимізації електромеханічних систем.

Тема 1. Математичні методи. Аналітичні методи.

[2]; [6].

Тема 2. Методи оптимізації. Аналітичні методи оптимізації. Чисельні методи оптимізації.

[2]; [7].

Тема 3. Моделювання, як метод наукового пізнання.

[3]; [6].

Тема 4. Особливості застосування методу математичного моделювання. Особливості спостережень і вимірів при розробці моделі.

[2]; [8].

Тема 5. Випадковість і невизначеність. Адекватність моделі.

[3]; [7].

Тема 6. Загальна класифікація математичних моделей.

[2]; [7].

Тема 7. Основні етапи математичного моделювання. Взаємозв'язок етапів моделювання.

[1]; [2].

Тема 8. Роль математичного моделювання у прикладних дослідженнях.

[2]; [9].

Змістовий модуль 2. Моделювання електромеханічних систем та їх елементів.

Тема 9. Основні прийоми роботи в Simulink. Створення моделі. Налаштування параметрів блоків. Налаштування параметрів моделювання. Одержання результатів моделювання. Елементи функціональних моделей. Джерела сигналів. Комутаційні пристрої. Нелінійні елементи. Блоки верифікації сигналу.

[1]; [8]; [5].

Тема 10. Загальні властивості стандартних моделей бібліотеки Machines. Машина постійного струму.

[1]; [9].

Тема 11. Асинхронні машини. Синхронні машини. Ініціалізація моделей електричних машин.

[1]; [6].

Тема 12. Моделювання первинних двигунів. Парова турбіна з регулятором. Дизель. Моделювання систем автоматизованого електропривода.

[2]; [6].

Тема 13. Загальні властивості стандартних моделей електроприводів. Електропривод постійного струму. Електропривод змінного струму.

[1]; [8].

Тема 14. Моделювання систем автоматичного керування. Моделі динамічних об'єктів у пакеті Simulink. Дослідження систем автоматичного керування в пакеті Control System Toolbox. Підсистеми. Прості підсистеми. Керовані підсистеми. Масковані підсистеми.

[1]; [10].

Тема 15. Моделювання електричних кіл однофазного синусоїдного струму. Моделі джерел синусоїдних електричних сигналів. Моделі резистивно-індуктивно-ємнісних кіл.

[1]; [2].

Тема 16. Модель вимикача. Модель трансформатора. Моделі вимірювальних приладів. Одержання характеристик електричного кола.

[3]; [6].

Тема 17. Модель вимикача. Модель трансформатора. Моделювання трифазних джерел напруги. Моделювання елементів трифазного кола.
[1]; [9].

Тема 18. Моделювання кіл у режимі короткого замикання. Моделювання трифазного вимірника струмів і напруг.
[4]; [7].

Тема 19. Установка початкових умов. Структурна модель кола. Моделювання несинусоїдних електричних кіл.
[3]; [8].

Тема 20. Моделювання нелінійних електричних кіл. Моделювання нестационарних електричних кіл. Сумісність елементів електричних кіл.
[5]; [9].

Тема 21. Елементи силових електроніки. Стандартні моделі елементів бібліотеки Power Electronics. Модель біполярного транзистора.
[1]; [3].

Тема 22. Моделювання систем управління перетворювачами. Системи управління на основі Simulink-моделей.
[1]; [9].

Тема 23. Системи управління на основі генератора імпульсів із синхронізацією від мережі Synchronized 6-pulse generator. Системи управління на основі ШІМ-генератора PWM Generator.
[1]; [6].

Змістовний модуль 3. Курсова робота.

ІНДЗ – Курсова робота.

[3, 7].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма					Заочна форма				
	Кількість годин									
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	п. р.	лаб.	с. р.		лек.	п. р.	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Теоретичні дослідження при моделюванні і оптимізації електромеханічних систем.										
Тема 1. Математичні методи. Аналітичні методи.	11	2	–	2	7	10	–	–	–	10
Тема 2. Методи оптимізації. Аналітичні методи оптимізації. Чисельні методи оптимізації.	11	2	–	2	7	12	2	–	–	10
Тема 3. Моделювання, як метод наукового пізнання.	11	2	–	2	7	11	–	–	2	9
Тема 4. Особливості застосування методу математичного моделювання.	12	2	–	2	8	12	2	–	–	10
Тема 5. Випадковість і невизначеність. Адекватність моделі.	12	2	–	2	8	12	–	–	2	10
Тема 6. Загальна класифікація математичних моделей.	12	2	–	2	8	10	–	–	–	10

Назви змістових модулів і тем	Денна форма					Заочна форма				
	Кількість годин									
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	п. р.	лаб.	с. р.		лек.	п. р.	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 7. Основні етапи математичного моделювання.	12	2	–	2	8	13	2	–	2	9
Тема 8. Роль математичного моделювання у прикладних дослідженнях.	9	1	–	1	7	10	–	–	–	10
Разом за змістовим модулем 1	90	15	–	15	60	90	6	–	6	78
Змістовий модуль 2. Моделювання електромеханічних систем та їх елементів.										
Тема 9. Основні прийоми роботи в Simulink.	6	2	–	2	2	4	–	–	–	4
Тема 10. Загальні властивості стандартних моделей бібліотеки Machines.	6	2	–	2	2	6	–	–	2	4
Тема 11. Асинхронні та синхронні машини.	6	2	–	2	2	5	–	–	–	5
Тема 12. Ініціалізація моделей електричних машин.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Тема 13. Моделювання систем автоматизованого електропривода.	6	2	–	2	2	7	–	–	2	5
Тема 14. Загальні властивості стандартних моделей ел. приводів.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Тема 15. Моделювання систем автоматичного керування.	6	2	–	2	2	6	–	–	2	4
Тема 16. Моделювання електричних кіл однофазного синусоїдального струму.	6	2	–	2	2	5	–	–	–	5
Тема 17. Модель вимикача. Модель трансформатора.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Тема 18. Моделювання кіл у режимі короткого замикання.	6	2	–	2	2	7	–	–	2	5
Тема 19. Моделювання несинусоїдальних електричних кіл.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Тема 20. Моделювання нелінійних електричних кіл.	6	2	–	2	2	7	–	–	2	5
Тема 21. Елементи силової електроніки.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Тема 22. Моделювання систем управління перетворювачами.	6	2	–	2	2	7	–	–	2	5
Тема 22. Моделювання систем управління перетворювачами.	6	2	–	2	2	6	2	–	–	4
Разом за змістовим модулем 2	90	30	–	30	30	90	12	–	12	66
Змістовий модуль 3. Курсова робота										
ІНДЗ – Курсова робота	–	–	–	–	90	–	–	–	–	90
Разом за змістовим модулем 3	90	–	–	–	90	90	–	–	–	90
Разом годин за модулем 1	270	45	–	45	180	270	18	–	18	234

Тут і надалі: лекції – лек., практичні – п. р. і лабораторні заняття – лаб., самостійна робота – с. р.

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Створення моделі. Налаштування параметрів блоків. Налаштування параметрів моделювання.	3	–
2	Дуальні електричні ланцюги.	3	2
3	Розкладання графіка в ряд кусочно-лінійних функцій (КЛФ).	3	–
4	Аналогова модель 2-х фазного генератора регульованої частоти.	3	2
5	Блоки верифікації сигналу.	3	2
Змістовий модуль 2			
6	Моделювання електричних кіл постійного струму в перехідному режимі.	3	–
7	Моделювання машин постійного струму.	3	2
8	Моделювання асинхронних машин.	3	2
9	Моделювання електричних кіл однофазного синусоїдального струму.	3	2
10	Моделювання несинусоїдальних електричних кіл.	3	–
11	Моделювання кіл у режимі короткого замикання.	3	2
12	Моделювання трифазного вимірника струмів і напруг.	3	–
13	Моделювання напівпровідникових перетворювачів.	3	2
14	Системи управління на основі Simulink-моделей.	3	2
15	Системи управління на основі генератора імпульсів із синхронізацією від мережі Synchronized 6-pulse generator.	3	–
	Разом	45	18

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів денної та заочної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **2–5 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до лабораторних робіт – **2–5 год. / 1 заняття;**
- підготовка до тестування – **до 10 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку / екзамену – **до 6 год.**

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Підготовка до лекцій	22	31
2	Підготовка до практичних занять	22	31

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
3	Підготовка до тестування	10	10
4	Підготовка до екзамену	6	6
	Разом за змістовним модулем 1	60	78
Змістовий модуль 2			
5	Підготовка до лекцій	13	31
6	Підготовка до практичних занять	13	31
7	Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті	2	2
8	Підготовка до екзамену	2	2
	Разом за змістовним модулем 2	30	66
Змістовий модуль 3			
9	Консультації з курсової роботи	90	90
	Разом за змістовним модулем 3	90	90
Разом		180	234

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	За допомогою блоків <i>Repeating Sequence</i> і <i>Saturation</i> скласти модель джерела сигналу трапецеїдальної форми. Результати моделювання записати в робочу область.	10
2	Скласти модель інтегруючої ланки з від'ємним зворотним зв'язком. Коефіцієнт підсилення в колі зворотного зв'язку дорівнює 2. Початкове значення сигналу на виході інтегратора дорівнює 0.5.	10
3	Скласти модель підсистеми, яка виконує вимір активної потужності трифазного кола методом двох ватметрів. Використати блок <i>Active & Reactive Power</i> .	10
4	Скласти модель трифазного кола, в якому у визначений момент часу відбувається переключення споживача зі схеми «трикутник» на схему «зірка».	10
5	Скласти модель перетворювача частоти, в якому зміна частоти відбувається стрибком з 50 Гц до 20 Гц у момент часу 0.1 с. Реалізувати закон керування $U/f = const$.	10
6	Скласти модель двигуна постійного струму з незалежним збудженням для дослідження режимів пуску і реверсу. Для зміни полярності постійної напруги на якорі у якості джерела використовувати блок <i>Controlled Voltage Source</i> , керований блоком <i>Step</i> .	10
7	Скласти модель асинхронного двигуна для дослідження режимів прямого пуску і реверсу. Реверс реалізувати за допомогою блоків <i>Three-Phase Breaker</i> , що змінюють порядок підключення двох фаз статора.	10
8	Скласти модель асинхронного двигуна для дослідження режимів	10

	прямого пуску і динамічного гальмування (дві фази статора підключаються до джерела постійної напруги через додатковий опір).	
9	Вивчити демонстраційну модель на основі блоку DC6, що знаходиться у файлі dc6_example (ввести ім'я файлу в командному вікні). Пояснити характер отриманих осцилограм.	10
Разом		90

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Індивідуальним завданням для здобувачів денної та заочної форм навчання є курсова робота, що складається з трьох зв'язаних між собою частин: одержання навиків автоматизованого проектування і дослідження систем за допомогою сучасного об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення, виконання розрахунків електричних ланцюгів і електромеханічних пристроїв з використанням математичних методів і обчислювальної техніки, аналізу фізичної сутності процесів, що відбуваються в електромеханічних системах і електричних ланцюгах.

Основою для курсової є лекційний матеріал, методи математичного моделювання, ДСТУ, прикладні пакетні програми, методологія моделювання технічних об'єктів, пристроїв і систем, загальні принципи ідентифікації електротехнічних об'єктів і систем.

Завдання для курсової роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження систем автоматичного керування в пакеті Control System Toolbox.	9	9
2	Електричні моделі механічних схем заміщення.	9	9
3	Моделювання електричних кіл однофазного синусоїдального струму.	9	9
4	Моделювання звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) на аналогових обчислювальних машинах (АОМ).	9	9
5	Модель вимикача.	9	9
6	Модель трансформатора.	9	9
7	Моделі вимірювальних приладів.	9	9
8	Одержання характеристик електричного кола.	9	9
9	Моделювання трифазних електричних кіл.	9	
10	Моделювання трифазних джерел напруги.	9	9
Разом		90	90

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, які використовуються для засвоєння програмного матеріалу

та активізації навчального процесу:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольнo-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

- інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця; практична робочого місця;

- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Методи контролю і самоконтролю: фронтальне опитування.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний залік;

- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання практичних завдань та підсумкового контролю у формі екзамену. Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожній лабораторній роботі та за результатами самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання лабораторних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 28 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 32 балів та екзамену – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру здобувач може отримати від 0 до 100 балів. Право здавати екзамен дається здобувачу, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки за екзамен. Якщо здобувач не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до екзамену і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового завдання для самостійного виконання, зокрема участю у науковій конференції з

обов'язковою публікацією тез доповідей, або публікацією статті у фаховому вітчизняному чи закордонному виданні, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.

Здобувач, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий семестровий екзамен (що проводиться у письмовій формі), до якого він допускається після виконання всіх передбачених елементів модулів, результатом якого є отримання необхідної мінімальної суми 60 балів.

Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів та їх оцінювання

Виконання практичного завдання, лабораторної роботи за темою наукового дослідження	Критерії оцінювання
6	Завдання правильне, повне, логічне, містить аналіз, систематизацію, узагальнення і аргументовані висновки.
5	Завдання в цілому правильне, достатньо повне та логічне, але має деякі помилки та неточності у висновках.
3	Завдання частково правильне, але містить неточності і недостатньо обґрунтовані висновки.
0	Завдання не виконане або містить значну кількість суттєвих помилок.

Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті	Критерії оцінювання
15	Зміст роботи відповідає обраній темі, наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження.
10	Зміст роботи відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз, основний матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано.
5	Зміст роботи відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз і основний матеріал потребує суттєвих доопрацювань.
0	Робота не виконана або не відповідає обраній темі дослідження. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.

Екзамен	Критерії оцінювання
40	Відповідь логічно побудована, здобувач чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання: два запитання з 1-го модулю, два запитання з 2-го модулю.
35	Здобувач спроможний чітко та стисло відповідати на поставлені запитання, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
30	Здобувач спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях.
25	Здобувач спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, але допускає суттєві неточності у відповідях, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
20	Здобувач невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
15	Здобувач невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді.
10	Здобувач демонструє задовільні знання з поставлених запитань, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати свою відповідь.
5	Здобувач невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, не спроможний дати відповідь на додаткові запитання, відстоювати свою позицію.

Курсова робота / курсовий проєкт	Критерії оцінювання
90-100	Здобувач вміло, правильно і творчо застосовує теоретичні знання, використовує міжпредметні зв'язки при розв'язанні поставлених завдань, демонструє вміння виконувати правильні розрахунки і складати правильні таблиці з посиланнями на них у тексті, формулює самостійні висновки на основі проведеного аналізу. Курсовий проєкт / робота виконані у встановлений термін. Відповіді на захисті курсового проєкту / роботи чіткі та лаконічні.
74-89	Курсовий проєкт / робота виконані в повному обсязі з незначними помилками, які не змінюють їх суті. Зміст проєкту / роботи має свідчити про вміле і правильне застосування теоретичних знань, обґрунтоване використання міжпредметних зв'язків при їх виконанні, вміння виконувати правильні розрахунки з незначними неточностями, що суттєво не впливають на результат. Таблиці, рисунки представлені з незначними порушеннями вимог щодо графічного і табличного матеріалу або на них немає посилань у тексті роботи. Сформовані висновки і рекомендації носять не завжди лаконічний і грамотний виклад результатів дослідження. Допускаються незначні відхилення від календарного графіку

	виконання проекту / роботи в установлений термін. Відповіді на захисті курсового проекту / роботи вірні проте неповні.
64-73	Курсовий проект / робота виконані з порушенням встановлених термінів. Здобувачу недостатньо теоретичних знань для вмілого і творчого застосування їх при виконанні курсового проекту / роботи і для використання міжпредметних зв'язків. Містить неточності встановленим вимогам до оформлення звітів. Здобувачем допущені помилки у розрахунках, порушення логіки і послідовності у проекті / роботі, незавершеність висновків, незначні порушення правил культури ділового мовлення. Таблиці, рисунки представлені з незначними порушеннями вимог щодо графічного і табличного матеріалу або на них немає посилань у тексті. Сформовані висновки і рекомендації не в повній мірі відбивають суть проведеного дослідження або не містять частини отриманих результатів. Допускаються незначні відхилення від календарного графіку виконання проекту / роботи пізніше за встановлений термін. При захисті курсового проекту / роботи здобувач демонструє часткове незнання матеріалу, викладеного в курсовому.
1-63	Курсовий проект / робота виконані зі значними помилками і свідчать про незнання більшої частини матеріалу. При цьому допущені суттєві помилки в розрахунках, таблицях і викладенні змісту роботи, відсутня логіка і порушена послідовність у виконанні проекту / роботи, також висновок або відсутній, або сформульований неправильно. Курсовий проект / робота виконані зі значними відхиленнями від календарного графіку, при захисті здобувач демонструє незнання більшості матеріалу, викладеного в курсовому проекті / роботі й не вміє роботи висновків. При захисті здобувач демонструє незнання більшості матеріалу, викладеного в курсовому проекті / роботі.
0	Здобувач не надав курсового проекту / роботи.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення 4, 5-й семестри		Заочне відділення 4, 5-й семестри	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1 4-й сем.	T1	Лабораторна робота № 1	2		
	T2	Лабораторна робота № 2	2		
	T3	Лабораторна робота № 3	2	Лабораторна робота № 1	2
	T4	Лабораторна робота № 4	2		
	T5	Лабораторна робота № 5	2	Лабораторна робота № 2	2
	T6	Лабораторна робота № 6	2		
	T7	Лабораторна робота № 7	2	Лабораторна робота № 3	2
	T8	Лабораторна робота № 8	1		
ПМК		Тест	10	Тест	10

Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті		35	Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті	44
Підсумковий контроль	Екзамен	40	Екзамен	40
Разом		100		100
ЗМ2 5-й сем.	T9	Лабораторна робота № 9	2	
	T10	Лабораторна робота № 10	2	
	T11	Лабораторна робота № 11	2	
	T12	Лабораторна робота № 12	2	
	T13	Лабораторна робота № 13	2	Лабораторна робота № 5
	T14	Лабораторна робота № 14	2	
	T15	Лабораторна робота № 15	2	Лабораторна робота № 6
	T16	Лабораторна робота № 16	2	
	T17	Лабораторна робота № 17	2	
	T18	Лабораторна робота № 18	2	Лабораторна робота № 7
	T19	Лабораторна робота № 19	2	
	T20	Лабораторна робота № 20	2	Лабораторна робота № 8
	T21	Лабораторна робота № 21	2	
	T22	Лабораторна робота № 22	2	Лабораторна робота № 9
	T23	Лабораторна робота № 23	2	
ІМК	Тест	10	Тест	10
Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті		20	Підготовка аналітичного огляду, тез доповіді, статті	38
Підсумковий контроль	Екзамен	40	Екзамен	40
Разом		100		100
ЗМ3 5-й сем.	Етапи виконання курсової роботи	70	Етапи виконання курсової роботи	70
	Захист курсової роботи	30	Захист курсової роботи	30
Разом		100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість здобувачу не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Моделювання електромеханічних систем».

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Кириленко, О. В. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. – Львів: 2-е видання. Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. – 608 с.
2. Толочко, О. І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навч. посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.
3. Волянська, Я. Б. Моделювання електромеханічних систем: навч. посібник / Я. Б. Волянська, С. М. Волянський. Під ред. Онищенко О. А. – Миколаїв: Іліон, 2018. – 216 с.
4. Шинкаренко, В. Ф. Моделювання електромеханічних систем [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електричні машини і апарати» / В. Ф. Шинкаренко, А. А. Шиманська, В. В. Котлярова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 253 с.
5. Лозинський, А. О. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах MathCAD і MATLAB. Навчальний посібник / А. О. Лозинський, В. І. Мороз, Я. С. Паранчук. – Львів: Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.

Допоміжна література

6. Чемалих, О. В. Використання пакета MATLAB–Simulink для моделювання динамічних систем та пристроїв: Метод. вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічних робіт, курсового та дипломного проектування / О. В. Чермалих, О. В. Данілін, В. В. Кузнєцов. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2004. – 72 с.
7. Аніщенко, М. В. Комп'ютерне моделювання електроприводів побутової техніки. Навчальний посібник / М. В. Аніщенко. – Харків: «Підручник НТУ «ХПІ», 2015. – 88 с.
8. Krause, P. Analysis of electric machinery and drive systems / P. Krause, O. Wasynczuk, S. Sudhoff. – IEEE Press, 2002. – 613 p.
9. Boldea, I. Electric drives / I. Boldea, S. Nasar. – Taylor & Francis, 2006. – 522 p.
10. Чорний, О. П. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О. П., Луговой А. В., Родькін Д. Й., Сисюк Г. Ю., Садовой О. В. – Кременчук, 2001. – 273 с.

Інформаційні ресурси в Internet

1. Google Scholar або Google Академія: пошукова система і некомерційна бібліометрична база даних, що індексує наукові публікації та наводить дані про їх цитування <https://scholar.google.com.ua/>.
2. Законодавство України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua>; <http://www.nau.kiev.ua>; <http://www.liga.kiev.ua>.
3. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nbuv.gov.ua>.
4. Національна парламентська бібліотека України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nplu.kiev.ua>.