

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра автоматики та електроустаткування

T7639



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора з
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Modeling of automated control systems of energy facilities

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *вибіркова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами».

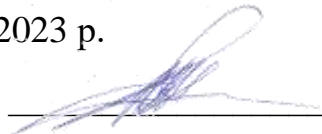
«27» серпня 2023 року. – 15 с.

Розробник Блінцов В.С., д.т.н., професор.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» розглянуто на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування.

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри

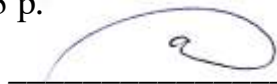


А.В. Надточий

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

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 дисциплін.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Засоби навчання	13
10. Рекомендовані джерела інформації	14
Додаток.....	15

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» передбачено формування у здобувачів вищої освіти принципів імітаційного моделювання, дослідження та проектування технічних пристроїв та систем з використанням ЕОМ.

Основним завданням вивчення дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» є опанування здобувачами вищої освіти проведення аналізу параметрів технічних об'єктів, будівництва моделі об'єктів у програмних середовищах; проведення модельних експериментів та обробка результатів експериментів.

Моделювання є основним методом досліджень у всіх галузях знань і науково обгрунтованим методом оцінок характеристик складних систем, що використовуються для прийняття рішень у різних сферах інженерної діяльності. Існуючі та проектиовані системи можна ефективно досліджувати за допомогою математичних та імітаційних моделей, що реалізуються на сучасних ЕОМ, які в цьому випадку виступають в якості інструмента експериментатора з моделлю системи.

Ключові слова: математичне моделювання, імітаційне моделювання.

Annotation

The work program of the study discipline «Modeling of automated control systems of energy facilities» provides for the formation of students of higher education in the principles of simulation modeling, research and design of technical devices and systems using computers.

The main task of studying the discipline «Modeling of automated control systems of energy objects» is mastery by students of higher education of analyzing the parameters of technical objects, building models of objects in software environments; conducting model experiments and processing the results of experiments.

Modeling is the main method of research in all fields of knowledge and a scientifically based method of evaluating the characteristics of complex systems used to make decisions in various areas of engineering activity. Existing and designed systems can be effectively investigated with the help of mathematical and simulation models implemented on modern computers, which in this case act as a tool of the experimenter with the system model.

Keywords: mathematical modeling, simulation modeling.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування	Вибіркова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html	Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітня програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає		6-й	6-й
Загальна кількість годин - 150		Лекції	
		6-й семестр - 30 год.	4 год.
		Практичні	
		6-й семестр - 30 год.	4 год.
		Лабораторні	
	-	-	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 6-й семестр – 4; самостійної роботи студента: 6-й семестр – 6.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		6-й семестр - 90 год.	142 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		-	
		Види контролю: 6-й семестр - залік	
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання автоматизованих управляючих систем енергетичних об'єктів» є формування у здобувачів вищої освіти відповідно таких компетентностей:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Фізика», «Технології обробки інформації енергетичних об'єктів», «Основи автоматичного регулювання і управління».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

- розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей;
- вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Моделювання лінійних об'єктів та систем.

Тема 1. Основні поняття та визначення. Форми представлення систем диференційних рівнянь. Моделювання механіки.

Джерела інформації: [1-8].

Тема 2. Моделювання електричних кіл.
Джерела інформації: [1-8].

Тема 3. Моделювання електромеханічних пристроїв.
Джерела інформації: [1-8].

Змістовий модуль 2. Моделювання нелінійних об'єктів та систем.

Тема 4. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів.

Джерела інформації: [1-8].

Тема 5. Електромагнітне реле як об'єкт моделювання. Рівняння механіки руху якоря.

Джерела інформації: [1-8].

Тема 6. Рівняння моменту електромагнітної сили. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле.

Джерела інформації: [1-8].

Тема 7. Імітаційна модель процесів спрацьовування та відпускання електромагнітного реле.

Джерела інформації: [1-8].

5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем дисципліни	Кількість годин							
	Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
	Разом	у тому числі			Разом	у тому числі		
		Лекції	Практична робота	Самостійна робота		Лекції	Практична робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1. Моделювання лінійних об'єктів та систем								
Тема 1. Основні поняття та визначення. Форми представлення систем диференційних рівнянь. Моделювання механіки	22	4	4	14	70	2	2	22
Тема 2. Моделювання електричних кіл	24	5	5	14				22
Тема 3. Моделювання електромеханічних пристроїв	24	5	5	14				22
Разом за змістовим модулем 1	70	14	14	42	70	2	2	66
Змістовий модуль 2. Моделювання нелінійних об'єктів та систем								
Тема 4. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів	20	4	4	12	80	2	2	19
Тема 5. Електромагнітне реле як об'єкт моделювання. Рівняння механіки руху якоря	20	4	4	12				19
Тема 6. Рівняння моменту електромагнітної сили. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле	20	4	4	12				19
Тема 7. Імітаційна модель процесів спрацьовування та відпускання електромагнітного реле	20	4	4	12				19
Разом за змістовим модулем 2	80	16	16	48	80	2	2	76
Усього годин	150	30	30	90	150	4	4	142

Примітка: для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні поняття та визначення. Форми представлення систем диференційних рівнянь. Моделювання механіки	2	2
2	Моделювання електричних кіл	2	
3	Моделювання електромеханічних пристроїв	2	
4	Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів	2	2
5	Електромагнітне реле як об'єкт моделювання. Рівняння механіки руху якоря	2	
6	Рівняння моменту електромагнітної сили. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле	2	
7	Імітаційна модель процесів спрацьовування та відпускання електромагнітного реле	2	
Разом		30	4

5.3. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1-2 год /1 лекцію	15	30
2	Підготовка до практичних занять	1-2 год/1 заняття	15	30
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	45	-
4	Підготовка до заліку	мінімум 30 годин на 1 роботу	15	30
5	Виконання контрольної роботи		-	52
Разом			90	142

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

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для практичних занять застосовується:

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

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- письмовий контроль результатів навчання;
- поточний модульний контроль у формі тестування;
- контрольні роботи (для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання);
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний залік дається здобувачу вищої освіти, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з модулів дисципліни. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення у комбінованій формі проведення заліку (тестування та усна компонента).

При виставленні підсумкової оцінки (балів) з навчального курсу враховуються результати поточного контролю.

Виконання контрольної роботи є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1. Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
8	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
5	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти у формі тестування (для денної форми навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

7.2. Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	5 роб. × 8 балів = 40 балів	5 роб. × 8 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 10 балів = 20 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	2 роб. × 10 балів = 20 балів
Всього	60	60

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах
7	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти у формі комплексного заліку

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти складається з тестування, усної відповіді на одне контрольне питання та двох практичних задач.

Критерії оцінювання тестування здобувачів вищої освіти

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання задачі здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна
8	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна
6	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
4	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
2	Рішення представлено неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину

Критерії оцінювання усної відповіді здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1, T2	Практична робота № 1	8	Практична робота № 1	8
	T3	Практична робота № 2	8	Практична робота № 2	8
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 1			10	-	-
ЗМ 2	T4, T5	Практична робота № 3	8	Практична робота № 3	8
	T6	Практична робота № 4	8	Практична робота № 4	8
	T7	Практична робота № 5	8	Практична робота № 5	8
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 2			10	-	-
Підсумковий контроль		Залік, в т.ч.	40	Залік, в т.ч.	40
		Тестування	10	Тестування	10
		Усна відповідь	10	Усна відповідь	10
		Задача	20	Задача	20
Сума			100		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Бахрушин В. Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. 224 с.

2. Кисельов М. І. Конспект лекцій із дисципліни «Електричні апарати» / М. І. Кисельов, В. М. Фатеев. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 84 с. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/11331018.pdf>

3. Обчислювальна математика та про- грамування: методичні вказівки / С.Г. Бондаренко, С.В. Брановицька, О.В. Сангінова. Навчальне електронне видання. Режим доступу: <http://kxtp.kpi.ua/common/bondarenko-metod-omp2-rgr.pdf>

4. Черно О. О. Моделювання об'єктів та систем: Конспект лекцій. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1Grt5bMPjFGWzPdhO2n65MeJ6xJq8JLzl/view?usp=share_link

5. Черно О. О. Моделювання об'єктів та систем: Методичні вказівки до лабораторних робіт / О. О. Черно, А. П. Гуров, В. К. Чекунов. Миколаїв: НУК, 2018. – 47 с.

Допоміжна література

6. Пономаренко В. С. Моделювання дискретних процесів: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 180 с.

7. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання: Навч. посібник / В. Ф. Ситник, Н. С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.

8. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

9. Математичне моделювання. <http://aspirant.com.ua/ua/art10.htm>

10. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. <http://mcmtech.kpnu.edu.ua/>

11. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.


12. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.rada.gov.ua>.

13. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

14. Параметри рівняння шляхом найменших квадратів. Апроксимація дослідних даних. <https://goaravetisyan.ru/uk/parametry-uravneniya-metodom-naimenshih-kvadratov-aproksimaciyaopytnyh/>

Розробник:

д.т.н., професор кафедри
автоматики та електроустаткування



В.С. Блінцов

Питання для модульного контролю знань

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Поняття моделі об'єкта або системи.
2. Форми представлення систем диференціальних рівнянь.
3. Модель механічної коливальної системи.
4. Модель силового LC-фільтра.
5. Двигун постійного струму як об'єкт моделювання.
6. Складання динамічної моделі двигуна постійного струму в програмі Simulink.

Контрольні питання до 2-го модуля

7. Поняття нелінійної системи.
8. Лінеаризація характеристик нелінійних об'єктів.
9. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів.
10. Електромагнітне реле як об'єкт моделювання.
11. Рівняння механіки руху якоря.
12. Рівняння моменту електромагнітної сили.
13. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле.
14. Моделювання спрацьовування та відпускання електромагнітного реле.