

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра комп'ютеризованих систем управління



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор
з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

«21» 05 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА СИСТЕМ

Modeling of objects and systems

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

тип дисципліни нормативна

мова(и) викладання українська

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Миколаїв – 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації».

“12 травня 202а р. – 12 с.

Розробники: Черно О.О., завідувач кафедри комп'ютеризованих систем управління (КСУ), д-р техн. наук, професор, методист 1 кат. Махнова І.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Гарант ОПП  Ірина ВІННИЧЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління
Протокол № 10 від “12” травня 2025 року.

Завідувач кафедри КСУ  Олександр ЧЕРНО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від “15” травня 2025 року.

Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робочу програму навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

Анотація

Навчальна дисципліна «Моделювання об'єктів та систем» є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації" зі спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво».

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 проєктовані 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.

В даний час не можна назвати галузь людської діяльності, в якій у тій чи іншій мірі не використовувалися б методи моделювання. Особливо це відноситься до сфери управління різними системами, де основними є процеси прийняття рішень на основі одержуваної інформації.

В курсі вивчаються принципи побудови математичних та імітаційних моделей об'єктів та систем на прикладах різноманітних технічних пристроїв. Для імітаційного моделювання використовується середовище Simulink програмного пакету MATLAB.

Ключові слова: математичне моделювання, імітаційне моделювання.

Abstract

The discipline "Modeling of objects and systems" is a normative discipline of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education in the educational-professional program "Computer-integrated technologies and automation systems" in specialty G7 "Automation, computer-integrated technologies and robotics", field of knowledge G "Engineering, manufacturing and construction".

Modeling is the main method of research in all fields of knowledge and a scientifically sound method of estimating the characteristics of complex systems used for decision-making in various fields of engineering. Existing and designed systems can be effectively studied using mathematical and simulation models implemented on modern computers, which in this case act as a tool for the experimenter with the system model.

Nowadays, it is impossible to find a field of human activity in which modeling methods would not be used. This is especially true in the field of control of various systems, where the main decision-making processes are based on the information received.

The course studies the principles of mathematical and simulation models of objects and systems on the examples of various technical devices. The Simulink environment of the MATLAB software package is used for simulation.

Keywords: mathematical modeling, simulation.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни.....	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх де- монстрування	8
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	10
9. Засоби навчання.....	11
10. Рекомендовані джерела інформації.....	11
Додаток.....	13

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 3	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра	
Модулів - 1	Спеціальність G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка Освітня програма Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Рік підготовки	
Змістових модулів - 2		2-й	2-й
		Семестр	
		4-й	4-й
		Лекції	
		15 год	4 год
		Практичні роботи	
		–	-
		Лабораторні роботи	
		15 год	4 год
		Самостійна робота	
		60 год	82 год
		Вид контролю: екзамен	
Загальна кількість годин – 90			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» є оволодіння студентами принципами імітаційного моделювання, дослідження та проектування технічних пристроїв та систем з використанням ЕОМ.

Завдання вивчення дисципліни – навчити студентів проводити аналіз параметрів технічних об'єктів, будувати моделі об'єктів у програмних середовищах, проводити модельні експерименти та обробляти результати експериментів.

Загальні компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1).

Фахові компетентності:

- 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 (ФК4).

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни «Моделювання об'єктів та систем» є наступні навчальні дисципліни:

- Фізика;
- Основи теорії кіл, сигналів та процесів в системах автоматизованої обробки і захисту інформації.

4. Очікувані результати навчання

Програмні результати навчання полягають в наступному:

- 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 (ПРН4);
- 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 (ПРН6);
- 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 (ПРН12).

5. Програма навчальної дисципліни

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

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

Лекція 1. Основні поняття та визначення. Форми представлення систем диференціальних рівнянь. Моделювання механіки. [1, с. 7-66], [2, с. 4-23]

Тема 2. Моделювання електричних кіл.

Лекція 2. Моделювання електричних кіл. [2, с. 23-30]

Тема 3. Моделювання електромеханічних пристроїв.

Лекція 3. Моделювання електромеханічних пристроїв. [2, с. 33-37]

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

Тема 4. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів.

Лекція 4. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів [2, с. 37-40]

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

Лекція 5. Електромагнітне реле як об'єкт моделювання. Рівняння механіки руху якоря. [3, с. 26-33]

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

Лекція 6. Рівняння моменту електромагнітної сили. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле. [5, с. 28-43]

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

Лекція 7. Імітаційна модель процесів спрацьовування та відпускання електромагнітного реле. [2, с. 40-45]

Модульна контрольна робота.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб	практ	с.р.		л	лаб	практ	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Модуль 1. Моделювання об'єктів та систем										
Змістовий модуль 1. Моделювання лінійних об'єктів та систем										
Тема 1. Основні поняття та визначення. Форми представлення систем диференційних рівнянь. Моделювання механіки.	12	2	4	-	6	10	1	1	-	8
Тема 2. Моделювання електричних кіл.	9	2	2	-	5	9	-	1	-	8
Тема 3. Моделювання електромеханічних пристроїв.	9	2	2	-	5	11	1	2	-	8
Разом за змістовим модулем 1	30	6	8	-	16	30	2	4	-	24
Змістовий модуль 2. Моделювання нелінійних об'єктів та систем.										
Тема 4. Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів.	18	2	2	-	14	16	-	-	-	16
Тема 5. Електромагнітне реле як об'єкт моделювання. Рівняння механіки руху якоря.	12	2	-	-	10	11	1	-	-	10
Тема 6. Рівняння моменту електромагнітної сили. Рівняння магнітного та електричного кола електромагнітного реле.	12	2	-	-	10	10	-	-	-	10
Тема 7. Імітаційна модель процесів спрацьовування та відпускання електромагнітного реле.	18	3	5	-	10	23	1	2	-	20
Разом за змістовим модулем 2	60	9	7	-	44	60	2	2	-	56
Усього годин за модулем 1	90	15	15	-	60	90	4	6	-	80

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Денна форма
1	Основи моделювання у середовищі Simulink	2	-
2	Моделювання механічної коливальної системи	2	-
3	Моделювання силового LC-фільтра	2	2
4	Моделювання двигуна постійного струму	2	-
5	Апроксимація нелінійних характеристик методом найменших квадратів	2	-
6	Моделювання електромагнітного реле	5	2
	Усього годин	15	4

Теми практичних занять

Практичних занять програмою не передбачено.

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, вноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-2 год. / на 1 лекцію;
- підготовка до виконання лабораторних робіт – 2-3 год. / 1 робота;
- підготовка до захисту лабораторних робіт – 4 год. / 1 робота;
- підготовка до МКР – 5-10 год.

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Підготовка до лекцій	15	15
2	Самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни, підготовка реферату на задану тему	20	30
3	Підготовка до лабораторних занять	15	17
4	Підготовка до модульних контрольних робіт (МКР)	10	20
	Усього годин за модуль 1	60	82

Індивідуальне науково дослідне завдання

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні або практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;
- індивідуальне завдання, яке має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

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

Методи навчання:

- лекція;
- ілюстрування;
- лабораторна робота;

- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
 - контрольні роботи;
 - лабораторний контроль.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- залік;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному та комп'ютерному обладнанні.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом діалогу під час лекцій, проведення поточного контролю виконання лабораторних робіт, захисту звітів з лабораторних робіт та написання підсумкової модульної контрольної роботи. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за лабораторні роботи, МКР та додаткових балів, отриманих студентами за активну роботу на лекціях.

Метою МКР є закріплення знань та практичних навичок з моделювання лінійних та нелінійних систем. В процесі її виконання студент має побудувати імітаційну модель системи з нелінійним елементом (параметри системи залежать від номеру варіанту); промодельовати процеси в системі при 3-х різних варіантах початкових умов; продемонструвати основні властивості нелінійної системи.

Студент також має можливість отримати додаткові бали за виконання індивідуального завдання за тематикою дисципліни, пов'язаного з його діяльністю на виробництві, або з модернізацією лабораторної бази університету. Кількість балів за виконання індивідуального завдання може складати від 0 до 70 балів в залежності від його рівня та обсягу.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів.

Підсумкові оцінки виставляються згідно шкали оцінювання ECTS.

Шкала оцінювання

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Зарахування лабораторної роботи здійснюється за трьома умовами:

- виконання роботи;
- підготовка звіту;
- захист звіту.

Рівень виконання лабораторної роботи та захисту звіту оцінюється за наступними критеріями.

Кількість балів		Критерії оцінювання
Денна форма	Заочна форма	
10 (20)*	20 (30)	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
8 (16)	16 (24)	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алго-

		ритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
6 (12)	12 (18)	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4 (8)	8 (12)	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
2 (4)	4 (6)	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	0	Робота не виконується

* В дужках наведена кількість балів за лабораторну роботу №6.

Денна форма	Заочна форма	Критерії оцінювання за виконання модульної контрольної роботи
30	50	Студент побудував імітаційну модель, промодельював її роботу для всіх 3-х випадків початкових умов і продемонстрував основні властивості нелінійної системи.
20	40	Студент побудував імітаційну модель, промодельював її роботу для всіх 3-х випадків початкових умов, але не зміг продемонструвати основні властивості нелінійної системи.
10	20	Студент побудував імітаційну модель, але не зміг промодельювати її роботу для всіх 3-х випадків початкових умов і не зміг продемонструвати основні властивості нелінійної системи.
0	0	Студент не зміг побудувати модель.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	5х10 балів + 20 балів = 70 балів	20 балів + 30 балів = 50 балів
Модульна контрольна робота	30 балів	50 балів
Всього	100 балів	100 балів

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Тема 1	Лабораторні роботи 1-2	20	Лабораторна робота 3	20
	Тема 2	Лабораторна робота 3	10		
	Тема 3	Лабораторна робота 4	10		
ЗМ2	Тема 4	Лабораторна робота 5	10		
	Тема 5	-	-		
	Тема 6	-	-		
	Тема 7	Лабораторна робота 6	20	Лабораторна робота 6	30
Підсумковий контроль		Залікова МКР	30		50
Всього			100		100

9. Засоби навчання

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- демонстраційні матеріали;
- комп'ютери;
- обчислювальні середовища: MATLAB Simulink, Mathcad.

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. 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.
3. Черно О. О. Моделювання об'єктів та систем: Конспект лекцій. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1Grt5bMPjFGWzPdhO2n65MeJ6xJq8JLzl/view?usp=share_link
4. Обчислювальна математика та програмування: 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>
5. 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>

Допоміжна література

7. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005. – 512 с.
8. Черных И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 496 с.
9. Гульяев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс - СПб: Питер, 2000.- 432 с.: ил.
10. Дьяконов В. П. Simulink: Самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 784 с.
11. Каганов В. И. Радиотехника + компьютер + MathCAD. - М.: Горячая линия – Телеком, 2001.- 416 с.: ил.
12. Филиппс Ч., Харбор Р, Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001 - 616с.:ил.
13. Терёхин В.В., Моделирование в системе MATLAB: Учебное пособие /Кемеровский государственный университет. – Новокузнецк: Кузбассвуиздат, 2004. -376с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

14. Математичне моделювання. <http://aspirant.com.ua/ua/art10.htm>
15. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. <http://mcm-tech.kpnu.edu.ua/>
16. Параметри рівняння шляхом найменших квадратів. Апроксимація дослідних даних. <https://goaravetisyan.ru/uk/parametry-uravneniya-metodom-naimenshih-kvadratov-approksimaciya-opytnyh/>

Питання для модульного контролю**Змістовий модуль 1**

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.

Змістовий модуль 2

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.