

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

01 09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ідентифікація та моделювання числовими методами систем автоматизації і роботів

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

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

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Обсяг дисципліни – 6 кредитів ЄКТС, Шифр дисципліни – ОФП.15

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	3	6	6	180	66	16	50			114			+	
Разом ДФН			6	180	66	16	50			114			1	

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Робоча програма складена

Підпис автора(ів)

канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА

Науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол від 01.09.2025 № 1.

Зав. кафедри

Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛІСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Зав. кафедри	<u>Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки</u>		<u>Людмила КОРЕЦЬКА</u>
Гарант ОП	<u>Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</u>		<u>Юрій ФОРКУН</u>

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Ідентифікація та моделювання числовими методами систем автоматизації і роботів» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» в межах спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Пререквізити – вища математика (ОЗП.01), системний аналіз, моделювання процесів та систем (ОФП.09), робототехніка та штучний інтелект (ОФП.06), теорія автоматичного керування (ОФП.10), теорія автоматичного керування (курсова робота) (ОФП.11), технічні засоби автоматизації та робототехнічні системи (ОФП.13).

Постреквізити – автоматизація та роботизація технологічних процесів і виробництв (ОФП.16), кваліфікаційна робота (ОФП.21).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

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 (ІК), Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК.05), здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації та робототехнічних систем (ФК.01), здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ФК.03), здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації і робототехніки в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ФК.04), здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації та робототехніки (ФК.09), здатність здійснювати аналіз, вибір, обґрунтування та налагодження автоматизованих та інтелектуальних робототехнічних систем на основі їх технічних характеристик, принципів їх роботи, вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління, а також використовувати методи та алгоритми штучного інтелекту і комп'ютерний зір в робототехніці (УК.01).

програмних 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 (ПРН04), вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ПРН05), вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації і робототехніки в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ПРН06), 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), застосовувати робототехнічні системи, інтелектуальну робототехніку, обґрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх роботи, властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління; здійснювати налагодження робототехнічних систем, а також використовувати методи та алгоритми штучного інтелекту і комп'ютерний зір в робототехніці (ПРН15).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для виконання ідентифікації та моделювання систем автоматизації і роботів із застосуванням числових методів.

Предмет дисципліни. Процеси моделювання та ідентифікації систем автоматизації і роботів на основі числових методів.

Завдання дисципліни. Вивчення теорії моделювання та ідентифікації систем, набуття практичних навиків моделювання та ідентифікації, необхідних для реалізації сучасних систем автоматизації та роботів, на основі числових методів.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *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 теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування, *вміти* застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації і робототехніки в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій, *вміти* використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації та робототехніки, зокрема, математичного моделювання, ідентифікації систем, методів комп'ютерної графіки, моделювати робототехнічні системи, інтелектуальну робототехніку, *обґрунтовувати* їх вибір на основі аналізу їх роботи, властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління, *здійснювати налагодження* моделей робототехнічних систем, а також використовувати інтелектуальні методи та алгоритми в робототехніці.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Основи ідентифікації та моделювання систем	2	6	14
Тема 2. Аналітичні методи моделювання	2	6	14
Тема 3. Числові методи моделювання	2	6	14
Тема 4. Стохастичні моделі систем автоматизації та роботів	2	6	14
Тема 5. Моделювання складної динаміки систем автоматизації та роботів.	2	6	14
Тема 6. Використання спеціалізованих пакетів програм для числового моделювання систем автоматизації та роботів.	2	6	14
Тема 7. Ідентифікація статичних властивостей об'єктів.	2	6	14
Тема 8. Ідентифікація динамічних об'єктів у системах автоматизації та робототехнічних системах	2	8	16
Разом:	16	50	114

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Основи ідентифікації та моделювання систем</i>	2
1	Вступ. Основи моделювання технологічних об'єктів. Модель. Параметри. Характеристики. Задача ідентифікації. Класифікація методів моделювання та ідентифікації. Літ.: [1]: с. 6–35, [2]: с. 21–42.	2
	<i>Тема 2. Аналітичні методи моделювання</i>	2
2	Аналітична модель. Неперервні процеси. Лінійні та нелінійні диференційні рівняння. Передавальні функції. Методи аналітичної оцінки параметрів та характеристик технологічних об'єктів. Літ.: [2]: с. 21–31, [8]: с. 94–101.	2
	<i>Тема 3. Числові методи моделювання</i>	2
3	Дискретизація. Числові методи моделювання технологічних об'єктів. Дискретна форма передавальних функцій. Похибки числових методів моделювання. Літ.: [6]: с. 41–70, [1]: с. 13–16.	2
	<i>Тема 4. Стохастичні моделі систем автоматизації та роботів</i>	2
4	Випадкові процеси. Основи теорії стохастичних систем. Особливості аналітичного та числового моделювання стохастичних систем. Основи статистичної динаміки. Літ.: [8]: с. 219–246, [9]: с. 24–29.	2
	<i>Тема 5. Моделювання складної динаміки систем автоматизації та роботів.</i>	2
5	Складність системи. Основи нелінійної динаміки. Нелінійні коливання. Нелінійні моделі. Рівняння Вольтерра. Хаотичні системи. Літ.: [2]: с. 51–63, [8]: с. 111–130, [9]: с. 24–29.	2
	<i>Тема 6. Використання спеціалізованих пакетів програм для числового моделювання систем автоматизації та роботів.</i>	2
6	Пакети програм, які використовуються для моделювання технологічних об'єктів. Мови моделювання. Вирішувачі. Налаштування параметрів точності моделювання. Літ.: [2]: с. 22–31, [6]: с. 41–70, [1]: с. 13–56.	2
	<i>Тема 7. Ідентифікація статичних властивостей об'єктів.</i>	2
7	Статичні властивості технологічних об'єктів. Методи кореляційного аналізу. Методи регресійного аналізу. Метод найменших квадратів. Літ.: [6]: с. 41–52, [2]: с. 21–31.	2
	<i>Тема 8. Ідентифікація динамічних об'єктів у системах автоматизації та робототехнічних системах</i>	2
8	Ідентифікація динамічних об'єктів за результатами пасивних та активних експериментів. Адаптивні алгоритми. Застосування штучного інтелекту. Машинний зір. Літ.: [8]: с. 219–246, [2]: с. 51–63, [9]: с. 27–29.	2
Разом:		16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
	<i>Тема 1. Основи ідентифікації та моделювання систем</i>	6
1	Ознайомлення із засобами моделювання та ідентифікації для систем автоматизації та робототехніки. Літ.: [1]: с. 6–35, [2]: с. 21–42, [1] (додаткова)	6
	<i>Тема 2. Аналітичні методи моделювання</i>	6
2	Дослідження характеристик аналітичних методів моделювання систем в MATLAB Online та Wolfram Alpha. Літ.: [2]: с. 21–31, [8]: с. 94–101, [1-3] (додаткова)	6
	<i>Тема 3. Числові методи моделювання</i>	6
3	Дослідження характеристик числових методів моделювання систем автоматизації та роботів у MATLAB Online. Літ.: [1]: с. 13–16, [6]: с. 41–70, [6] (додаткова)	6
	<i>Тема 4. Стохастичні моделі систем автоматизації та роботів</i>	6
4	Вивчення впливу випадкових процесів на точність числових методів моделювання систем автоматизації та роботів. Літ.: [8]: с. 219–246, [9]: с. 24–29.	6
	<i>Тема 5. Моделювання складної динаміки систем автоматизації та роботів.</i>	6
5	Дослідження числових методів та алгоритмів моделювання складної динаміки систем автоматизації та роботів.	6

	Літ.: [2]: с. 51–63, [8]: с. 111–130, [9]: с. 24–29, [4-6] (додаткова).	
	<i>Тема 6. Використання спеціалізованих пакетів програм для числового моделювання систем автоматизації та роботів</i>	6
6	Вивчення спеціалізованих пакетів програм для числового моделювання систем автоматизації та роботів. Літ.: [2]: с. 22–31, [6]: с. 41–70, [1]: с. 13–56, [1, 2] (додаткова)	6
	<i>Тема 7. Ідентифікація статичних властивостей об'єктів.</i>	6
7	Ідентифікація статичних властивостей об'єктів із застосуванням спеціалізованих засобів MATLAB Online. Літ.: [6]: с. 41–52, [2]: с. 21–31.	6
	<i>Тема 8. Ідентифікація динамічних об'єктів у системах автоматизації та робототехнічних системах</i>	8
8	Ідентифікація динамічних об'єктів із застосуванням пасивних і активних експериментів та інтелектуальних систем. Літ.: [8]: с. 219–246, [2]: с. 51–63, [9]: с. 27–29, [6, 7] (додаткова).	8
	Разом:	50

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт, тестування та індивідуального завдання. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до лабораторної роботи №1.	7
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №1, підготовка до лабораторної роботи №2.	7
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до лабораторної роботи №2.	7
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №2, підготовка до лабораторної роботи №3.	7
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до лабораторної роботи №3.	7
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №3, підготовка до лабораторної роботи №4.	7
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до лабораторної роботи №4.	7
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №4, підготовка до тестування з Т1-Т4, підготовка до лабораторної роботи №5.	7
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до лабораторної роботи №5.	7
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №5, підготовка до лабораторної роботи №6.	7
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до лабораторної роботи №6.	7
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №6, підготовка до лабораторної роботи №7, підготовка до виконання ІДЗ.	7
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до лабораторної роботи №7, виконання ІДЗ.	7
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №7, підготовка до лабораторної роботи №8, виконання ІДЗ.	7
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, підготовка до лабораторної роботи №8, підготовка до тестування з Т5-Т8, опрацювання результатів виконання ІДЗ.	9
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №8.	7
	Разом:	114

Примітка: Т – тема навчальної дисципліни, ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання.

На самостійне опрацювання студентів виноситься визначене у методичних рекомендаціях до лабораторних занять та самостійної роботи індивідуальне домашнє завдання (ІДЗ) з відповідних тем. Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Вимоги до виконання індивідуального домашнього завдання викладені в Модульному середовищі для навчання на сторінці навчальної дисципліни.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема:

- **лекції** з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, методів стимулювання і мотивації, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання;
- **лабораторні заняття** з використанням методів натурного експерименту, комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія;
- **самостійна робота**: робота над засвоєнням теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, виконання індивідуального домашнього завдання, підготовка до поточного та підсумкового контролю.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів виконання лабораторних робіт (перевірка коректності виконання завдань, захист);
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу;
- оцінювання результатів виконання індивідуального домашнього завдання;

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (схеми, код та звіт з роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт, тестування, виконання індивідуального домашнього завдання.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Самостійна робота	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		ІДЗ:	Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-4	Т 5-8			
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)												60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	24-40	
24-40								3-5	3-5	6-10	24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики виконання дослідів; наявність схем, графіків та програмного коду згідно з вимогами до виконання завдань.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він

має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 10 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-5	6	7	8	9	10
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	70	80	90	100
Кількість отриманих балів	0	3	4	5		

На тестування відводиться 40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Оцінювання результатів виконання індивідуального домашнього завдання

Виконане та оформлене відповідно до вимог, визначених Методичними рекомендаціями, індивідуальне домашнє завдання (ІДЗ) комплексно оцінюється викладачем з урахуванням таких критеріїв: самостійність виконання; правильність розв'язання поставлених задач; обґрунтованість вибору методів розв'язання; повнота пояснень та аргументованість відповідей; якість оформлення та дотримання вимог до структури і змісту роботи.

Результат виконання здобувачем вищої освіти кожного ІДЗ оцінюється відповідно до таблиці **Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти** з урахуванням рівня досягнення запланованих програмних результатів навчання та сформованих компетентностей. За підсумками захисту присвоюється відповідна сума балів (мінімальний позитивний бал – 6 балів, максимальний – 10 балів).

У разі, якщо здобувач вищої освіти виявив рівень знань і виконання ІДЗ, що нижчий ніж 60 відсотків від максимальної кількості балів, встановленої Робочою програмою для цієї структурної одиниці, завдання не зараховується. У такому випадку студент має повторно опрацювати зміст завдання, усунути помилки та здати на перевірку доопрацьоване ІДЗ у терміни, погоджені з викладачем.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання	12	16	20
Разом:	24	32	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Що таке математична модель і яку роль вона відіграє в автоматизації?
2. Які основні етапи побудови моделі системи автоматичного керування?
3. Чим відрізняється фізичне моделювання від математичного?
4. Що означає поняття «адекватність моделі»?
5. Як класифікуються моделі за призначенням і рівнем абстракції?
6. Які основні параметри визначають структуру моделі динамічної системи?
7. Як відбувається верифікація та валідація моделей?
8. Як моделювання допомагає скоротити витрати на експерименти у виробничих системах?
9. Як із фізичних законів виводяться диференціальні рівняння системи керування?
10. Яке фізичне значення мають коефіцієнти у лінійних диференціальних рівняннях?
11. Як формується передавальна функція системи?
12. Що таке простір станів і які його основні складові?
13. Як здійснюється лінеаризація нелінійних систем?
14. У чому різниця між описом системи у вигляді рівнянь стану та передавальної функції?
15. Як відбувається перехід від неперервної до дискретної моделі?
16. Як визначається стійкість системи за власними значеннями матриці стану?
17. У яких випадках неможливо отримати аналітичне рішення і доводиться використовувати числові методи?
18. Що таке метод Ейлера і в яких задачах він використовується?
19. Як працює метод Рунге–Кутти для інтегрування диференціальних рівнянь?
20. У чому переваги неявних методів перед явними?
21. Які особливості числової нестійкості у моделях?
22. Що означає крок інтегрування і як він впливає на точність моделювання?
23. Як використовується MATLAB для реалізації числового інтегрування?
24. Як порівнюються результати аналітичних і числових моделей?
25. Що таке стохастична модель і чим вона відрізняється від детермінованої?
26. Як у моделі враховуються випадкові збурення або шум?
27. Як визначається математичне сподівання та дисперсія результатів моделювання?
28. Як моделюється випадковий процес у MATLAB або Python?
29. Як перевірити вплив стохастичних факторів на стійкість системи?
30. Що означає термін «ідентифікація системи»?
31. У чому полягає різниця між параметричною та непараметричною ідентифікацією?
32. Як формується вхідний та вихідний сигнали для задачі ідентифікації?
33. Які етапи ідентифікації системи виділяють у класичному підході?
34. Які методи оцінювання параметрів найчастіше застосовуються?
35. Яке значення має регуляризація у сучасних методах ідентифікації?
36. Як використовуються байєсівські методи в ідентифікації систем?
37. Як інтерпретуються результати ідентифікації та перевіряється точність моделі?
38. Що таке NARMAX-модель і для яких систем вона застосовується?
39. Як реалізуються нейронні підходи до ідентифікації нелінійних систем?
40. У чому полягає суть підпросторових методів (Subspace Identification)?
41. Як підпросторові методи реалізуються в MATLAB або Python?
42. Як перевіряється адекватність моделі, отриманої з підпросторового підходу?
43. Як підготовлюються експериментальні дані для ідентифікації?
44. Як відбувається відбір та фільтрація сигналів перед ідентифікацією?

45. Як оцінюється похибка моделі ідентифікації?
46. Як проводиться ідентифікація у реальному часі?
47. Які програмні засоби використовуються для ідентифікації?
48. Як визначити порядок моделі за даними експерименту?
49. Як відбувається прогнозування поведінки системи після ідентифікації?
50. Які типові проблеми виникають при ідентифікації складних або нелінійних систем?

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Ідентифікація та моделювання числовими методами систем автоматизації і роботів» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Федула М.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Числові методи та моделювання на ЕОМ" / Федула М.В. – Хмельницький: ХНУ, 2017, 55с.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор.

Програмне забезпечення: MATLAB Online (basic), Python, FlexSim, DOBOT Studio, DOBOT Labs.

Лабораторне обладнання: роботи DOBOT Magician, веб-камера та/або мобільний пристрій з відеокамерою.

13. Рекомендована література:

Основна

1. Воронцов Б.С., Бецо Ю.М., Мельник О.О. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 186 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/35a3998a-08d8-4813-9e22-9f9a5ad2eb6c>.
2. Толочко О.І. Моделювання систем автоматичного керування. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 328 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68362>.
3. Zhu Q., Fusco G., Na J., Zhang W., Azar A. (eds.) Complex Dynamic System Modelling, Identification and Control. MDPI, 2023. 352 p. URL: <https://www.mdpi.com/books/reprint/7391-complex-dynamic-system-modelling-identification-and-control>.
4. Pilonetto G., Chen T., Chiuso A., De Nicolao G., Ljung L. Regularized System Identification: Learning Dynamic Models from Data. Springer, 2022, 393 p. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-95860-2.pdf> Zhu Q. Nonlinear Systems: Dynamics, Control, Optimization and Applications to the Science and Engineering. MDPI, 2023. 232 с. URL: <https://www.mdpi.com/books/reprint/6640-nonlinear-systems>.
5. Lacerda Junior W. R. Nonlinear System Identification and Forecasting: Theory and Practice with SysIdentPy (web-book). 2024. URL: <https://sysidentpy.org/book/0-Preface>.
6. Вислоух С.П., Волошко О.В., Тимчик Г.С., Філіппова М.В. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 267 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/4a270b37-8e4e-45ae-a9d1-9fffe47f23d3>.
7. Di Ruscio D. Subspace System Identification: Theory and Applications (Lecture Notes, 6th ed., Jan 2023). University of South-Eastern Norway, 2022, 272 p. URL: https://davidr.no/ia2217/pensum/main_00.pdf.
8. Lemmon M.D. Lectures on Linear Systems Theory. University of Notre Dame, 2024. 254 с. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/linear-systems/lecture-book/linsys-book-2024.pdf>.
9. Chen X. Lecture Notes for ME547: Linear Systems. University of Washington, 2023. 309 с. URL: https://faculty.washington.edu/chx/teaching/me547/UW_ME547_notes_Chen.pdf.

Додаткова

1. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: методичні вказівки до виконання комплексного завдання для студентів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / Укладач: Марколенко Т.Д. Одеса: ДУІТЗ, 2021. 43 с. URL: <https://metod.suitt.edu.ua/download/708>.
2. Ладієва Л.Р. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 73 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/56540/1/Metody.pdf>.
3. Martynyuk V., Ortigueira M., Fedula M., Savenko O. Methodology of electrochemical capacitor quality control with fractional order model. AEU - International Journal of Electronics and Communications. V. 91, 2018, P. 118-124. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S143484111732928X>.
4. Fedula M. Chaos-based signal detection with discrete-time processing of the duffing attractor // M. Fedula, T. Hovorushchenko, A. Nicheporuk, V. Martynyuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, P.44-51. URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/175787/177006>.
5. Martynyuk V.V., Havrylko Ye.V., Boiko J.M., Fedula M.V. The Analysis of Periodic Signal Detection Method Based on Duffing System Chaotic Dynamics. Visnyk NTUU KPI Serii – Radiotekhnika Radioaparabuduvannia, 2018, Iss. 73, pp. 5–10. URL: <https://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/1505>.
6. Федула М.В. Метод автоматизованого керування рухом роботів на базі алгоритму самоорганізації з оцінкою рівня хаосу / М.В. Федула, М.С. Гусаченко // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2024. – №4. – С. 301-313. URL: <https://vottp.khmnpu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/421>.
7. Savenko O., Martynyuk V., Fedula M., Koretska L. et al. Automated Control Method for Charging Supercapacitors based on Relaxation Characteristics. Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. 2021. P. 377-382. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9660952>

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6487>.
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>.
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАЛЬНИХ РОБІТ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр
Кількість призначених кредитів ЄКТС
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Перший (бакалаврський)
Українська
Шостий
6,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: 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 теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування, вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації і робототехніки в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій, вміти використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації та робототехніки, зокрема, математичного моделювання, ідентифікації систем, методів комп'ютерної графіки, моделювати робототехнічні системи, інтелектуальну робототехніку, обґрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх роботи, властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління, здійснювати налагодження моделей робототехнічних систем, а також використовувати інтелектуальні методи та алгоритми в робототехніці.

Зміст навчальної дисципліни. Основи ідентифікації та моделювання систем. Аналітичні методи моделювання. Числові методи моделювання. Стохастичні моделі систем автоматизації та роботів. Моделювання складної динаміки систем автоматизації та роботів. Використання спеціалізованих пакетів програм для числового моделювання систем автоматизації та роботів. Ідентифікація статичних властивостей об'єктів. Ідентифікація динамічних об'єктів у системах автоматизації та робототехнічних системах.

Перекревізити: вища математика (ОЗП.01), системний аналіз, моделювання процесів та систем (ОФП.09), робототехніка та штучний інтелект (ОФП.06), теорія автоматичного керування (ОФП.10), теорія автоматичного керування (курсова робота) (ОФП.11), технічні засоби автоматизації та робототехнічні системи (ОФП.13).

Постреквізити: автоматизація та роботизація технологічних процесів і виробництва (ОФП.16), кваліфікаційна робота (ОФП.21).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, натурних експериментів, комп'ютерної симуляції, наукових та інженерних розрахунків та різних форм візуалізації даних); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних домашніх завдань, з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання).

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних робіт; тестування; виконання індивідуального завдання.

Вид семестрового контролю: іспит – 6 семестр.

Навчальні ресурси:

- Воронцов Б.С., Бецо Ю.М., Мельник О.О. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 186 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/35a3998a-08d8-4813-9e22-9f9a5ad2eb6c>.
- Толочко О.І. Моделювання систем автоматичного керування. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 328 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68362>.
- Zhu Q., Fusco G., Na J., Zhang W., Azar A. (eds.) Complex Dynamic System Modelling, Identification and Control. MDPI, 2023. 352 p. URL: <https://www.mdpi.com/books/reprint/7391-complex-dynamic-system-modelling-identification-and-control>.
- Pillonetto G., Chen T., Chiuso A., De Nicolao G., Ljung L. Regularized System Identification: Learning Dynamic Models from Data. Springer, 2022, 393 p. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-95860-2.pdf>
- Zhu Q. Nonlinear Systems: Dynamics, Control, Optimization and Applications to the Science and Engineering. MDPI, 2023. 232 с. URL: <https://www.mdpi.com/books/reprint/6640-nonlinear-systems>.
- Lacerda Junior W. R. Nonlinear System Identification and Forecasting: Theory and Practice with SysIdentPy (web-book). 2024. URL: <https://sysidentpy.org/book/0-Preface>.
- Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=6487>
- Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmn.edu.ua/>

Викладач: канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА