

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

ФЕТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія, моделювання та оптимізація інтелектуальних і складних систем керування
Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

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

Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)

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

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.01

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 проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ПРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	1	5	150	50	16	34			100				+
Разом ДФН			5	150	50	16	34			100				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)

викладач Артур СЛИВА

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

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, канд. техн. наук, доц.	Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані технології та робототехніка		Людмила КОРЕЦЬКА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р. техн. наук, проф.	Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані технології та робототехніка		Валерій МАРТИНЮК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Теорія, моделювання та оптимізація інтелектуальних і складних систем керування» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерського) 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 – вихідна.

Постреквізити – теорія керування та проектування систем сонячної енергетики (ОФП.04), функціональна та кібербезпека систем автоматизації (ОФП.05), переддипломна практика (ОФП.06), кваліфікаційна робота (ОФП.07).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог (ІК); здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК.01); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК.02); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК.03); здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв (ФК.01); здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами (ФК.03); здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами (ФК.06); здатність проектувати та впроваджувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики, методи функціонування автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії, як складових Industry 4.0 та переходу підприємств до сталої зеленої енергетики (УК1).

програмних результатів навчання: створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв (ПРН.01); застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки для розв'язування складних задач професійної діяльності (ПРН.03); застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами (ПРН.04); збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її (ПРН.12); розробляти і використовувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики, автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії при проектуванні систем сонячної енергетики, як складових Industry 4.0 та переходу підприємств до сталої зеленої енергетики (ПРН.13).

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного виконувати типові та складні завдання автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки із застосуванням теорії, методів моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування.

Предмет дисципліни. Теорія, методи моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з аналізу, моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *виконувати* оптимізацію в процесі розроблення систем автоматизації та кіберфізичних виробництв на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв; *застосовувати* спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем теорії, моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування для розв'язування складних задач професійної діяльності у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки; *застосовувати* сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами; *аналізувати* інтелектуальні та складні системи керування як об'єкти автоматизації; *використовувати* сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, а також кіберфізичних систем.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекцій	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Складні системи керування	2	4	12
Тема 2. Теорія та методи моделювання систем керування із складною структурою	2	4	12
Тема 3. Теорія та методи моделювання систем керування із складною динамікою	2	4	12
Тема 4. Оптимізація складних систем керування	2	4	12
Тема 5. Інтелектуальні системи керування	2	4	12
Тема 6. Методи моделювання інтелектуальних систем керування	2	4	12
Тема 7. Методи розробки та оптимізації інтелектуальних систем керування	2	4	14
Тема 8. Складні інтелектуальні системи керування	2	6	14
Разом:	16	34	100

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Складні системи керування</i>	2
1	Складність систем керування. Методи оцінки складності систем керування. Літ.: [1] с.9-12.	2
	<i>Тема 2. Теорія та методи моделювання систем керування із складною структурою</i>	2
2	Теорія складних систем. Методи моделювання систем керування із складною структурою. Літ.: [1] с.20-24, [6] с.60-68, [4, 7] (додаткова)	2
	<i>Тема 3. Теорія та методи моделювання систем керування із складною динамікою</i>	2
3	Системи із складною динамікою. Теорія систем із складною динамікою. Методи моделювання систем керування із складною динамікою. Хаотичні системи. Літ.: [1] с.29-34, [3] с.2-45, [8] (додаткова)	2
	<i>Тема 4. Оптимізація складних систем керування</i>	2
4	Оптимізація. Методи оптимізації складних систем керування. Літ.: [1] с.45-62, [1, 5, 7], (додаткова)	2
	<i>Тема 5. Інтелектуальні системи керування</i>	2
5	Інтелектуальні системи. Теорія інтелектуальних систем керування. Характеристики сучасних інтелектуальних систем керування. Літ.: [1] с.122-131, [3] с.87-115,	2
	<i>Тема 6. Методи моделювання інтелектуальних систем керування</i>	2
6	Методи моделювання інтелектуальних систем керування. Вимоги до моделей інтелектуальних систем керування. Адекватність. Точність. Похибки моделювання. Літ.: [3] с.46-82, [4] с.139-183,257-415, [9] с.45-67	2
	<i>Тема 7. Методи розробки та оптимізації інтелектуальних систем керування</i>	2
7	Розробка та оптимізація інтелектуальних систем. Методи розробки інтелектуальних систем керування. Методи оптимізації інтелектуальних систем керування. Літ.: [6] с.16-24	2
	<i>Тема 8. Складні інтелектуальні системи керування</i>	2
8	Складні інтелектуальні системи керування. Методи та засоби моделювання складних інтелектуальних систем керування. Методи та засоби перевірки адекватності моделей. Літ.: [7] с.47-82, [10] с.12-85	2
	Разом:	16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
	<i>Тема 1. Складні системи керування</i>	4
1	Аналіз показників складності систем керування. Літ.: [1] с.9-12	4
	<i>Тема 2. Теорія та методи моделювання систем керування із складною структурою</i>	4
2	Вивчення характеристик та методів моделювання систем керування із складною структурою у веб-середовищі MATLAB Online (basic). Літ.: [1] с.20-24, [6] с.60-68	4
	<i>Тема 3. Теорія та методи моделювання систем керування із складною динамікою</i>	4
3	Вивчення характеристик та методів моделювання систем керування із складною динамікою в середовищах MATLAB Online (basic) та OpenModelica. Літ.: [1] с.29-34, [3] с.2-45	4
	<i>Тема 4. Оптимізація складних систем керування</i>	4
4	Вивчення методів оптимізації складних систем керування. Літ.: [1] с.35-62, [1] (додаткова) с.19-58.	4
	<i>Тема 5. Інтелектуальні системи керування</i>	4
5	Вивчення характеристик інтелектуальних систем керування з використанням засобів Deep Learning веб-середовища MATLAB Online (basic). Літ.: [1] с.62-64,76-84,122-123, [3] с.111-131, [5] с.107-133,197-230, [8] с.171-185	4
	<i>Тема 6. Методи моделювання інтелектуальних систем керування</i>	4
6	Вивчення методів моделювання інтелектуальних систем керування у середовищах MATLAB Online (basic) та OpenModelica. Літ.: [3] с.46-82, [4] с.139-183,257-415	4
	<i>Тема 7. Методи розробки та оптимізації інтелектуальних систем керування</i>	4
7	Вивчення методів розробки та оптимізації інтелектуальних систем керування у веб-середовищі MATLAB Online (basic). Літ.: [2] с.119-129, [6] с.16-21	4
	<i>Тема 8. Складні інтелектуальні системи керування</i>	6
8	Вивчення характеристик складних інтелектуальних систем керування. Літ.: [1] с.96-117, [7] с.47-68, [2] (додаткова) с.4-63, [3] (додаткова).	6
	Разом:	34

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 індивідуальних завдань. 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.	6
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №1, підготовка до лабораторної роботи №2.	6
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до лабораторної роботи №2.	6
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №2, підготовка до лабораторної роботи №3.	6
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до лабораторної роботи №3.	6
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №3, підготовка до лабораторної роботи №4.	6
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до лабораторної роботи №4.	6
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.	6
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до лабораторної роботи №5.	6
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №5, підготовка до лабораторної роботи №6.	6
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до лабораторної роботи №6.	6
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.	7
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №8.	6
Разом:		100

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

На самостійне опрацювання студентів виносяться 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 формуванню 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 похибки .

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, перекидає 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		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
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. Дайте визначення числового методу розв'язання задачі.
2. Дайте визначення системи числення.
3. Які системи числення називаються позиційними?
4. Які системи числення називаються непозиційними?
5. Дайте визначення апроксимації.
6. Що називається математичною моделлю фізичної системи?
7. Назвіть основні типи похибок числових методів.
8. Дайте визначення відносної похибки.
9. Дайте визначення абсолютної похибки.
10. Яке значення фізичної величини називають умовно істинним?
11. Приведіть математичний вираз середньоквадратичної похибки.
12. Дайте визначення сигналу.
13. Який сигнал називається дискретним?
14. Який сигнал називається неперервним?
15. Який сигнал називається квантованим?
16. Який сигнал називається цифровим?
17. Дайте визначення кроку дискретизації.
18. Приведіть і поясніть формулу числового диференціювання за методом Ейлера.
19. Приведіть і поясніть формулу числового інтегрування за методом Ейлера.
20. Приведіть і поясніть вираз дискретної згортки.
21. Зворотна дискретна згортка.
22. Дискретне перетворення Фур'є.
23. Зворотне дискретне перетворення Фур'є.
24. Дайте визначення інтерполяції.
25. Лінійна інтерполяція.
26. Сплайнова інтерполяція.
27. Дайте визначення екстраполяції.
28. Лінійна екстраполяція.
29. Сплайнова екстраполяція.
30. Числове інтегрування із використанням інтерполяції.
31. Числове інтегрування за методом Ейлера.
32. Числове інтегрування за методом трапецій.
33. Числове інтегрування за методом Сімпсона.
34. Представлення моделі у просторі станів.
35. Сформулюйте і поясніть задачу Коші.
36. Порядок розв'язування диференціальних рівнянь з використанням методу Ейлера.
37. Порядок розв'язування диференціальних рівнянь з використанням інтерполяції.
38. Вирішувачі MATLAB.
39. Поясніть відмінності між явними та неявними вирішувачами.
40. Задача пошуку локальних мінімумів функції.
41. Задача пошуку глобальних мінімумів функції.
42. Задача безумовної оптимізації.
43. Задача умовної оптимізації.
44. Числові методи моделювання електричних кіл.
45. Числова форма математичної моделі ідеального конденсатора.
46. Числова форма математичної моделі ідеальної котушки індуктивності.
47. Числові методи моделювання електричних кіл постійного струму.
48. Числові методи моделювання електричних кіл змінного струму.
49. Числова форма дельта-функції Дірака.
50. Числова форма функції Хевісайда.
51. Числові методи моделювання перехідних процесів із застосуванням дискретної згортки.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Теорія, моделювання та оптимізація інтелектуальних і складних систем керування» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

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

Програмне забезпечення: MATLAB Online (basic), FlexSim, Python IDE, DOBOT Studio, Dobot Labs, LTSpice, офісні програми, веб-браузер, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

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. Барабаш О.В., Свинчук О.В., Мусієнко А.П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/118569bc-f7da-42d9-966f-f859e3cdde67>.
4. Lemmon M.D. Lectures for Advanced Control Systems. University of Notre Dame, 2025. 346 с. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/advanced-control/lecture-book/advanced-control-2025.pdf>.
5. 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>.
6. Taillard É.D. Design of Heuristic Algorithms for Hard Optimization: With Python Codes for the Travelling Salesman Problem. Springer Cham, 2023. 287 с. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-13714-3>.
7. 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>.
8. 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>.
9. 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>.
10. 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. Складаний Д.М., Запорожець Ю.А., Мердх С.Л., Плашихін С.В. Моделювання та оптимізація об'єктів та систем управління: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 99 с.
2. Андрійчук В.М., Ковальчук О.В. Системи оптимального та інтелектуального керування: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.
3. 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.
4. Martynyuk V., Fedula M., Slyva A. The Analysis of Photovoltaic Module Nonlinear Exponential Model. Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2023. P 281-290.
5. Zasornova I., Fedula M., Rudyi A. Optimization of cyber-physical system parameters based on intelligent IoT sensors data. Computer Systems and Information Technologies. 2024. No 2. P. 53-58
6. Ortigueira M., Martynyuk V., Fedula M., Machado J. The failure of certain fractional calculus operators in two physical models. Fractional Calculus and Applied Analysis, 2019.
7. 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.
8. 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 A – Radiotekhnika Radioaparaturbuduvannia, 2018, Iss. 73, pp. 5–10.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=7633>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnmu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnmu.edu.ua/home>

ТЕОРІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ І СКЛАДНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

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

Обов'язкова
Другий (магістерський)
Українська
Перший
5,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *виконувати* оптимізацію в процесі розроблення систем автоматизації та кіберфізичних виробництв на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв; *застосовувати* спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем теорії, моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування для розв'язування складних задач професійної діяльності у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки; *застосовувати* сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами; *аналізувати* інтелектуальні та складні системи керування як об'єкти автоматизації; *використовувати* сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, а також кіберфізичних систем.

Зміст навчальної дисципліни. Методи аналізу та моделювання технологічних об'єктів. Аналітичні методи моделювання. Числові методи моделювання. Стохастичні системи. Системи із складною динамікою. Використання спеціалізованих пакетів програм для моделювання технологічних об'єктів. Аналіз статичних властивостей об'єктів. Аналіз динамічних об'єктів.

Пререквізити: вихідна.

Кореквізити: теорія керування та проєктування систем сонячної енергетики (ОФП.04), функціональна та кібербезпека систем автоматизації (ОФП.05), переддипломна практика (ОФП.06), кваліфікаційна робота (ОФП.07).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 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 – 1 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Воронцов Б.С., Беcko 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. Барабаш О.В., Свинчук О.В., Мусієнко А.П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/118569bc-f7da-42d9-966f-f859e3cddde67>.
4. Lemmon M.D. Lectures for Advanced Control Systems. University of Notre Dame, 2025. 346 с. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/advanced-control/lecture-book/advanced-control-2025.pdf>.
5. 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>.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnua.edu.ua/course/view.php?id=7633>
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnua.edu.ua/>

Викладачі: канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА,
викладач Артур СЛИВА