

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Теорія, моделювання та оптимізація інтелектуальних і складних систем керування**

Освітньо-професійна програма **Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка**
 Рівень вищої освіти **Другий (магістерський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Федула Микола Васильович
Профайл викладача	https://akit.khmnu.edu.ua/fedula-mykola-vasylovych/ https://akit.khmnu.edu.ua/forkun-yurij-viktorovych/
Е-mail викладача(ів)	forkynjv@khmnu.edu.ua; fedulaM@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7633
Консультації	Очні: аудиторія 4-316 он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття			Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи						
О	Д	1	1	5	150	51	17	34		99				+

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія, моделювання та оптимізація інтелектуальних і складних систем керування» є однією із фахових дисциплін і займає важливе місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Основний зміст навчальної дисципліни: основи 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 – проектування систем автоматизації та системи автоматизації проектувальних робіт, проектування багаторівневих систем керування і збору даних, людино-машинний інтерфейс та програмування систем реального часу, основи комп'ютерно-інтегрованих технологій, систем автоматизованого проектування та 3D-моделювання.

Кореквізити – методологія та організація наукових досліджень, теорія керування та проектування систем сонячної енергетики.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного виконувати типові та складні завдання автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій з використанням методів та засобів аналізу і моделювання технологічних об'єктів.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок теорії, моделювання та оптимізації інтелектуальних і складних систем керування, з використанням відповідних пакетів прикладних програм.

Очікувані результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва 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 у сфері Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки для розв'язування складних задач професійної діяльності; застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами; аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації; застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:

Інтегральна – 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;

ЗК1 – Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;

ЗК2 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК3 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ФК1 – 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;

ФК3 – здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;

ФК4 – здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.;

ФК7 – здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ПРН3. 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;

ПРН4. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;

ПРН7. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

ПРН8. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторної роботи	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Література
1	2	3	5	6	7
1	Методи оцінки складності систем керування.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	5	[1] с.8-18
2	-	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Аналіз показників складності систем керування.	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №1.	5	[2] с.8-9
3	Теорія складних систем. Методи моделювання систем керування із складною структурою.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	5	[2] с.9-12

4	-	ЛР 2. Вивчення характеристик та методів моделювання систем керування із складною структурою у веб-середовищі MATLAB Online (basic).	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №2.	5	[1] с.16-25
5	Теорія систем із складною динамікою. Методи моделювання систем керування із складною динамікою. Хаотичні системи.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	5	[1] с.20-24, [3] с.22-43, [6] с.60-68
6	-	ЛР 3. Вивчення характеристик та методів моделювання систем керування із складною динамікою в середовищах MATLAB Online (basic) та OpenModelica.	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №3.	5	[1] с.24-29, [3] с.40-45
7	Методи оптимізації складних систем керування.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	5	[1] с.29-34, [3] с.40-45
8	-	ЛР 4. Вивчення методів оптимізації складних систем керування.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестового контролю.	5	[1] с.35-45
9	Теорія інтелектуальних систем керування. Характеристики сучасних інтелектуальних систем керування.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №4.	5	[1] с.45-62
10	-	ЛР 5. Вивчення характеристик інтелектуальних систем керування з використанням засобів Deep Learning веб-середовища MATLAB Online (basic).	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	5	[1] с.62-64,76-84,122-123, [3] с.111-131, [5] с.107-133,197-230, [8] с.171-185
11	Методи моделювання інтелектуальних систем керування. Похибки моделювання.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №5.	5	[1] с.122-131, [11] с.4-12
12	-	ЛР 6. Вивчення методів моделювання інтелектуальних систем керування у середовищах MATLAB Online (basic) та OpenModelica.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	5	[4] с.69-139,183-257, [5] с.141-230, [12] розділ 5
13	Методи розробки інтелектуальних систем керування. Методи оптимізації інтелектуальних систем керування.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №6. Підготовка до контрольної роботи.	5	[4] с.139-183,257-415, [9] розділ 2
14	-	ЛР 7. Вивчення методів розробки та оптимізації інтелектуальних систем	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	5	[2] с.119-129, [6] с.16-21

		керування у веб-середовищі MATLAB Online (basic).			
15	Методи та засоби моделювання складних інтелектуальних систем керування. Методи та засоби перевірки адекватності моделей.	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №7.	9	[6] с.16-24
16	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	10	[1] с.87-96, [2] с.130-145, [7] с.33-40
17	-	ЛР 8. Вивчення характеристик складних інтелектуальних систем керування.	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №8. Підготовка до підсумкового контрольного заходу.	10	[1] с.96-117, [7] с.47-68

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі види робіт з дисципліни за графіком. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність в процесі виконання роботи.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з урахуванням коефіцієнта вагомості.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється під час поточних контрольних заходів.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота		Підсумковий контроль	
Сьомий семестр											
Лабораторні роботи №:								Контрольні заходи:		Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	4	5	6	7	8	КР	ТК	Іспит	
ВК: 0,3								0,15	0,15	0,4	

Умовні позначення: КР – контрольна робота; ВК – ваговий коефіцієнт; ТК – тестовий контроль, ПКЗ – підсумковий контрольний захід

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в онлайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка, критерії		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Контрольні питання з дисципліни

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.

Рекомендована література

Основна література

1. Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем: Підручник. – Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс», 2021. – 804 с.
2. Складанний Д.М., Запорожець Ю.А., Мердух С.Л., Плашихін С.В. Моделювання та оптимізація об'єктів та систем управління: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 99 с.
3. Ладієва Л.Р. Оптиміальне керування системами: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 120 с.
4. Адаптивні системи автоматичного управління: Збірник наукових праць. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – Вип. 38.
5. Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем: Підручник. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – 804 с.
6. Андрійчук В.М., Ковальчук О.В. Системи оптимального та інтелектуального керування: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.
7. Підручник "Моделювання та оптимізація систем" / [Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В.]. – Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс», 2021. – 804 с.
8. Інтелектуальні системи управління: теоретичні підходи до побудови / [Ярошук О.М.]. – Одеса: ОНПУ, 2020. – 150 с.
9. Сучасні інтелектуальні методи моделювання складних технологічних об'єктів / [Зима В.Г.]. – Полтава: ПНТУ, 2021. – 200 с.
10. Інтелектуальні системи керування / [Апостолюк О.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 250 с.

Додаткова

11. Системи оптимального та інтелектуального керування: Навчальний посібник / [Андрійчук В.М., Ковальчук О.В.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.
12. Оптиміальне керування системами / [Ладієва Л.Р.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 120 с.
13. Моделювання та оптимізація об'єктів та систем управління: Навчальний посібник / [Складанний Д.М., Запорожець Ю.А., Мердух С.Л., Плашихін С.В.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 99 с.
14. Адаптивні системи автоматичного управління: Збірник наукових праць. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – Вип. 38.
15. Моделювання та оптимізація систем: Підручник / [Усов А.В.]. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – 804 с.

Розробники





к.т.н., доцент Форкун Ю.В.

к.т.н., доцент Федула М.В.

Погоджено:

Зав каф. АКІТ та Р





д.т.н., професор Мартинюк В.В.

Гарант ОПП

д.т.н., професор Мартинюк В.В.