

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового
інституту

«Українська інженерно-педагогічна
академія»

Денис КОВАЛЕНКО

2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерській) _____
галузь знань _____ 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
інститут _____ ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія» _____

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою інституту ННІ «УІПА»

« 12 » листопада 2024 року, протокол № 2

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Мезеря Андрій Юрійович, кандидат технічних наук, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 04 » жовтня 2024 року № 2

Завідувач кафедри АМЕТ



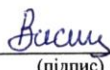
Канюк Г.І.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи)



Василець Т.Ю.

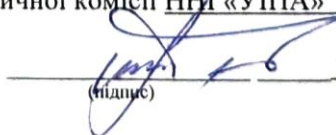
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 23 » жовтня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії ННІ «УІПА»



Петров С.В.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

другий (магістерській)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Курс «Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування» розроблено та сформовано з урахуванням вимог до проєктування систем керування з використанням сучасних методів та алгоритмів. Мета дисципліни - надати студентам знання з питань сучасних методів та алгоритмів, які використовуються в систем автоматичного керування, отримати та розвинути практичні вміння і навички використання сучасних методів та алгоритмів при розв'язанні реальних задач з проєктування систем керування на виробництві, моделювання та дослідження таких систем.

Вивчення навчальної дисципліни «Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування» сприяє здобуттю таких компетенцій:

ЗК1 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК1. 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.

СК2. Здатність проєктувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати за-хист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

СК9. Здатність розробляти функціональну та технічну структури систем енергозберігаючого керування, виконувати структурно-параметричний синтез енергозберігаючих автоматизованих систем керування об'єктами енергетичної та загальнопромислових галузей на основі використання сучасних знань енергетичного аудиту та методів математичного моделювання.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у здобувачів другого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти (магістр) вміння застосовувати сучасні методи та алгоритми керування, які засновано на впровадженні новітніх технологій в галузі теорії керування та математичного моделювання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: характеристики сучасних систем керування; методи математичного моделювання та дослідження сучасних систем; методи проєктування сучасних систем керування та критерії їх оптимальності; технічні заходи щодо впровадження і практичного використання сучасних систем керування на виробництві. Вміти: обирати структуру сучасних систем керування виходячи з характеристик реального об'єкта керування; проєктувати системи керування за обраним критерієм оптимальності; оцінювати якість керування та основні техніко-економічні показники.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- навчити створювати системи автоматизації на основі сучасних методів управління.
- навчити застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
- навчити застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- навчити розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- навчити 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;
- навчити застосовувати знання енергетичного аудиту в системах керування об'єктами теплоенергетики та енергоємними установками підприємств загальнопромислових галузей;
- навчити розробляти функціональну та технічну структури систем енергозберігаючого керування об'єктами енергетичної та загальнопромислових галузей.

1.3. Кількість кредитів: 5

1.4. Загальна кількість годин: 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
34 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
100 год.	136 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»:

РН01. 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

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

РН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

РН08. 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.

РН13. Застосовувати знання енергетичного аудиту в системах керування об'єктами теплоенергетики та енергоємними установками підприємств загальнопромислових галузей.

РН14. Розробляти функціональну та технічну структури систем енергозберігаючого керування об'єктами енергетичної та загальнопромислових галузей, виконувати структурно-параметричний синтез енергозберігаючих автоматизованих систем керування.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Робастне керування динамічних систем

Тема 1. Актуальність розробки нових структур систем автоматичного керування і методів розрахунку регуляторів теплоенергетичних процесів

1.1. Оцінка поточного рівня ефективності функціонування систем автоматичного керування теплоенергетичними процесами

1.2. Структури промислових контролерів

1.3. Способи керування об'єктами зі змінними параметрами

Тема 2. Робастне керування на базі регулятора з внутрішньою моделлю

2.1. Структура та міра робастності

2.2. Класичні показники робастності

2.3. Внутрішня стійкість та якість

2.4. Типи невизначеностей при розгляді робастних систем

2.5. Робастність систем із запізненням

2.6. Принцип регулювання на базі внутрішньої моделі

2.7. Робастний регулятор з внутрішньою моделлю на базі H_∞ -норми

Тема 3. Метод динамічної корекції

3.1. Динамічний коректор для автоматичного регулятора

3.2. Оптимізація параметрів динамічного коректора

3.3. Аналітична методика налаштування контуру динамічної корекції

3.4. Експрес-метод налаштування контуру динамічної корекції

3.5. Порівняння різних методів налаштування динамічного коректора

3.6. Порівняння регуляторів із динамічним коректором та предиктивного пропорційно-інтегрального

РОЗДІЛ 2. Нейронні та адаптивні системи керування

Тема 4. Нечітка логіка в теорії керування

4.1. Основні визначення та поняття

4.2. Поняття нечіткого регулятора

4.3. Мова нечіткого керування

4.4. Реалізація нечіткої системи керування

Тема 5. Нейронні мережі в промисловій автоматизації

5.1. Поняття штучного нейрона

5.2. Архітектура штучних нейронних мереж

5.3. Навчання штучних нейронних мереж

5.4. Основні проблеми, які вирішуються з використанням штучних нейронних мереж

Тема 6. Системи керування з адаптивними властивостями

6.1. Визначення та класифікація адаптивних систем

6.2. Промислові приклади застосування адаптивних систем

6.3. Постановка задачі оптимізації системи керування

6.4. Пошукові алгоритми в системах автоматичного керування

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Робастне керування динамічних систем												
Тема 1. Актуальність розробки нових структур систем автоматичного керування і методів розрахунку регуляторів теплоенергетичних процесів	14	4				10	20	1				20
Тема 2. Робастне керування на базі регулятора з внутрішньою моделлю	30	6	4			20	22	1	1			20
Тема 3. Метод динамічної корекції	30	6	4			20	24	2	2			20
Разом за розділом 1	74	16	8			50	67	4	3			60
Розділ 2. Нейронні та адаптивні системи керування												
Тема 4. Нечітка логіка в теорії керування	21	6				15	26	1				25
Тема 5. Нейронні мережі в промисловій автоматизації	25	6	4			15	28	1	2			25
Тема 6. Системи керування з адаптивними властивостями	30	6	4			20	29	2	1			26
Разом за розділом 2	76	18	8			50	83	4	3			76
Усього годин	150	32	18			100	150	8	6			136

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Обчислення перехідних матриць стану	4
2	Перехідні характеристики цифрових систем керування	4
3	Керованість та спостережуваність автоматичних систем	4
4	Синтез модального регулятора стану	4
Разом		16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Актуальність розробки нових структур систем автоматичного керування	5
2	Оцінка поточного рівня ефективності функціонування систем автоматичного керування теплоенергетичними процесами	5
3	Структури промислових контролерів	5
4	Способи керування об'єктами зі змінними параметрами	5
5	Ідентифікація статичних характеристик методом найменших квадратів, регресійні моделі та їх ідентифікація, оцінювання за методом найменших квадратів	5
6	Довірчі інтервали моделі об'єкту та її параметрів, перевірка загальної якості моделі	5
7	Структура та міра робастності	5
8	Типи невизначеностей при розгляді робастних систем	5
9	Використання законів механіки, використання законів електромеханіки	5
10	Структурні схеми елементів, моделі в змінних стану, часові характеристики і перехідна матриця стану	5
11	Динамічний коректор для автоматичного регулятора, оптимізація параметрів динамічного коректора	5
12	Порівняння різних методів налаштування динамічного коректора	5
13	Реалізація нечіткої системи керування	5
14	Архітектура штучних нейронних мереж	5
15	Умова узгодженості показників якості підсистем різного рівня	5
16	Навчання штучних нейронних мереж	5
17	Основні проблеми, які вирішуються з використанням штучних нейронних мереж	5
18	Класифікація адаптивних систем	5
19	Промислове застосування адаптивних систем	5
20	Пошукові алгоритми в системах автоматичного керування	5
	Разом	100

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – іспит.

У підсумку за роботу в семестрі можна отримати щонайбільше 60 балів. Якщо за семестр студент набрав менше ніж 20 балів, він не буде допущений до екзамену.

Курс завершується проведенням екзамену, за який студент може отримати до 40 балів. Екзамен проводиться у вигляді письмової роботи. Студент повинен обрати білет, що

містить три питання за темами курсу. Максимальний бал, що студент може отримати за курс, складає 100 балів

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Разом		
30	30	60	40	100

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Шаруда В. Г. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: навч. посіб. / В. Г. Шаруда, В. В. Ткачов, М. П. Фількін. – Дніпропетровськ : Нац. гірнич. ун-т., 2008. – 543 с.
2. Зеленський К. Х. Комп'ютерні методи прикладної математики / К. Х. Зеленський, В. М. Ігнатенко, О. П. Коц. — Київ: Академперіодика, 2002. – 480 с.
3. Нестеренко О.В., Ковтунець О.В., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи і технології. Ввідний курс/ О.В.Нестеренко, О.В. Ковтунець, О.О. Фаловський. – Київ:Національна академія управління, 2017. – 90 с.
4. Островерхов М.Я. Методи дослідження електротехнічних комплексів і систем / М.Я. Островерхов, А.М. Сільвестров, К.Х. Зеленський/К.: ТАЛКОМ, 2019. - 300 с.
5. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: підручн. / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук – Київ : Либідь, 2007. – 656 с.
6. Галай В.М. Теорія оптимальних систем автоматичного керування технологічними процесами / В.М.Галай, К.Х.Зеленський, А.М. Сільвестров. – Полтава: ПНТУ, 2009. – 153 с.
7. Паламар М. І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних системах : навч. посіб. / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький ; Тернопіл. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Тернопіль : Тернопіл. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя, 2018. 127 с.

Допоміжна література

8. Самсонов В. В., Тачиніна О.М. Методологія наукових досліджень та приклади її використання/Київ, НУХТ, 2022. – 385 с.
9. Бідюк П.І. Методи прогнозування /П. Бідюк,О. Меньяйленко, О.Половцев. – Т 2. – Луганськ : Альма-матер, 2008. – 305 с.
10. Вазинський С.Е., Щербак Т. І. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. /С. Е. Вазинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. –260 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Сторінка дистанційного навчання URL <https://moodle.karazin.ua>
2. New Ways of Automation: A Documentary about Manufacturer-Independent Automation Schneider Electric URL: https://www.youtube.com/watch?v=_PPCDj3m-ys
3. Mastering Automation in Modern Warehouses: Expert Insights to Boost Efficiency and Cut Costs URL: <https://www.youtube.com/watch?v=meKLET-oiHs>
4. What Is Robust Control? | Robust Control URL: <https://www.youtube.com/watch?v=A7wHSr6GRnc>
5. The Root Locus Method URL: <https://www.youtube.com/watch?v=CRvVDoQJjYI>
6. Мезеря А.Ю. Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування: метод. вказ. до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец.: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2024. – 30 с.
7. Мезеря А.Ю. Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування: Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / А.Ю. Мезеря; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків – УІПА, 2024. – 120 с.

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування

(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20____/20____ н. р.

Заступник директора інституту ННІ «УІПА»

(підпис) Сергій ПЕТРОВ
(прізвище, ініціали)

«____» _____ 20__ р.

Голова науково-методичної комісії _____ факультету

(підпис) _____
(прізвище, ініціали)

«____» _____ 20__ р.