

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Спеціальність: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

Розробник	Козлов О.В.
/Завідувач кафедри розробника	Кондратенко Ю.П.
В.о. завідувача кафедри спеціальності	Сіделев М.І.
Гарант освітньої програми	Трунов О.М.
Декан факультету	Бойко А.П.
Начальник НМВ	Шкірчак С.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Дослідження автоматизованих систем керування	
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	
Спеціальність	174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1 курс	
Навчальний рік	2024-2025	
Номер семестру:	Денна форма	Заочна форма
	1	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3,5 кредитів / 105 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	15	
	15	
	75	
Відсоток аудиторного навантаження	29%	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	КР, Екзамен	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни “Дослідження автоматизованих систем керування” є ознайомлення студентів з вітчизняним та зарубіжним досвідом проведення досліджень сучасних АСК, застосування методів розробки та аналізу особливостей функціонування, використання системи інтернет та інших

мережевих систем для інформаційного забезпечення керування. Формування системних теоретичних знань і розуміння концептуальних основ дослідження та проектування сучасних автоматизованих систем керування.

Завданням вивчення дисципліни “Дослідження автоматизованих систем керування” є висвітлення ролі і місця сучасних автоматизованих систем керування у наукових дослідженнях та виробництві, наведення їх основних характеристик і класифікацій. Вивчити основні методи дослідження, класифікацію сучасних систем автоматичного керування, принципи побудови, основні характеристики, методи проектування та розрахунку сучасних керуючих пристроїв для реалізації керування технологічними процесами.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати: сучасний стан наукових досліджень і перспективи розвитку автоматизації промислового та сільськогосподарського виробництва; поняття, визначення і термінологію, види і типи сучасних АСК; основні види забезпечення; основні режими роботи АСК; методи наукових досліджень систем автоматизації; складання схем автоматики; методи проведення дослідження, випробування, оцінки стійкості та якості функціонування систем автоматизації на рівні комп’ютерних технологій.

У відповідності з Освітньо-Науковою Програмою робоча програма формує наступні загальні та фахові компетентності:

ЗК1 – здатність проведення досліджень на відповідному рівні;

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, робото-технічних 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, робото-технічними комплексами і системами безпілотних повітряних надводних і підводних робіт;

ФК6 – здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем керування технологічними процесами і об’єктами та робото-технічні комплекси і системи безпілотних повітряних надводних і підводних робіт;

ФК7 – здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв’язання складних задач і проблем автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій;

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 та робото-технічними комплексами і системами безпілотних повітряних надводних і підводних робіт;

ПРН13 – застосовувати сучасні технології наукових досліджень, спеціалізований математичний інструментарій для дослідження, моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації і робото-технічних комплексів і систем безпілотних повітряних надводних і підводних робіт;

ПРН16 – планувати і виконувати наукові і прикладні дослідження у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, обирати ефективні методи досліджень, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень.

3. Програма навчальної дисципліни

№ з/п	Теми	Лекції		Групові		Самостійна робота	
		денна	заочна	денна	заочна	денна	заочна
1	Основи дослідження та проєктування сучасних автоматизованих систем керування.	2		2		8	
2	Дослідження сучасних автоматизованих технологічних комплексів. Системи на базі SCADA, Web-SCADA, промислового Інтернет речей (IIoT)	2		2		8	
3	Математичне моделювання та ідентифікація сучасних АСК.	2		2		8	
4	Дослідження класичних керуючих пристроїв в сучасних АСК.	1		1		8	
5	Методи синтезу класичних керуючих пристроїв.	1		1		8	
6	Модифікації та особливості реальних керуючих пристроїв АСК.	1		1		8	
7	Дослідження адаптивних та інтелектуальних керуючих пристроїв в сучасних АСК.	2		2		8	
8	Методи синтезу та оптимізації адаптивних та інтелектуальних керуючих пристроїв.	2		2		4	
9	Дослідження програмно-апаратних засобів сучасних АСК.	2		2		5	
10	Курсова робота					10	
	Всього за курсом	15		15		75	

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Тема 1. Основи дослідження та проєктування сучасних автоматизованих систем керування. 1.1. Сучасні АСК: основні поняття та визначення. 1.2. Призначення, цілі та класифікація сучасних АСК. 1.3. Етапи дослідження та проєктування сучасних АСК.	2

2	Тема 2. Дослідження сучасних автоматизованих технологічних комплексів. Системи на базі SCADA, Web-SCADA, промислового Інтернет речей (ІоТ). 2.1. Дослідження сучасних автоматизованих технологічних комплексів. 2.2. SCADA- та Web-SCADA-системи. 2.3. Системи на основі промислового Інтернет речей (ІоТ).	2
3	Тема 3. Математичне моделювання та ідентифікація сучасних АСК. 3.1. Основи побудови математичних моделей сучасних АСК. 3.2. Математичне моделювання основних компонентів АСК. 3.3. Методи ідентифікації об'єктів керування в сучасних АСК.	2
4	Тема 4. Дослідження класичних керуючих пристроїв в сучасних АСК. 4.1. Класифікація лінійних керуючих пристроїв АСК. 4.2. Дослідження ПД-регуляторів. 4.3. Характеристики та особливості застосування ПД-регуляторів.	1
5	Тема 5. Методи синтезу класичних керуючих пристроїв. 5.1. Методи синтезу ПД-регуляторів на основі перехідних характеристик об'єкту керування. 5.2. Методи синтезу ПД-регуляторів по ступеню стійкості. 5.3. Оптимізація класичних керуючих пристроїв.	1
6	Тема 6. Модифікації та особливості реальних керуючих пристроїв АСК. 6.1. Модифікації лінійних керуючих пристроїв. 6.2. Особливості диференціювання в реальних ПД-регуляторах. 6.3. Проблема інтегрального насичення в реальних ПД-регуляторах.	1
7	Тема 7. Дослідження адаптивних та інтелектуальних керуючих пристроїв в сучасних АСК. 7.1. Адаптивні керуючі пристрої на базі еталонної моделі. 7.2. Адаптивні керуючі пристрої з ідентифікатором. 7.3. Інтелектуальні керуючі пристрої.	2
8	Тема 8. Методи синтезу та оптимізації адаптивних та інтелектуальних керуючих пристроїв. 8.1. Синтез адаптивних керуючих пристроїв. 8.2. Постановка задачі оптимізації керуючих пристроїв в АСК. 8.3. Класичні та евристичні методи оптимізації.	2
9	Тема 9. Дослідження програмно-апаратних засобів сучасних АСК. 9.1. Програмні засоби розробки людино-машинних інтерфейсів в сучасних АСК. 9.2. Апаратні засоби вимірювання змінних в сучасних АСК. 9.3. Апаратні засоби керування, перетворення та передачі сигналів в сучасних АСК.	2
Всього за курсом		15

4.2. План групових занять

№	Тема заняття	Кількість годин
1	Практична робота №1. Моделювання об'єктів та керуючих пристроїв лінійних АСК. Частина 1.	2
2	Практична робота №2. Моделювання об'єктів та керуючих пристроїв лінійних АСК. Частина 2.	2

3	Практична робота №3. Моделювання нелінійних систем автоматичного керування. Частина 1.	2
4	Практична робота №4. Моделювання нелінійних систем автоматичного керування. Частина 2.	1
5	Практична робота №5. Розробка ПІД-регуляторів з предиктором Сміта для АСК з запізненням.	1
6	Практична робота №6. Особливості проектування фільтра Калмана для адаптивних АСК.	1
7	Практична робота №7. Проектування системи автоматичного керування реальним об'єктом. Частина 1.	2
8	Практична робота №8. Проектування системи автоматичного керування реальним об'єктом. Частина 2.	2
9	Практична робота №9. Проектування системи автоматичного керування реальним об'єктом. Частина 3.	2
	Всього за курсом	15

4.3. Завдання для самостійної роботи

№	Тема заняття	Кількість годин
1	Тема 1. Виконання проектних робіт в процесі розробки та дослідження сучасних АСК.	8
2	Тема 2. Технічне забезпечення і типові технічні структури сучасних автоматизованих технологічних комплексів.	8
3	Тема 3. Імітаційне моделювання та евристичні методи ідентифікації об'єктів керування сучасних АСК.	8
4	Тема 4. Ковзні режими у сучасних АСК.	8
5	Тема 5. Синтез нелінійних керуючих пристроїв АСК.	8
6	Тема 6. Особливості розробки та застосування цифрових ПІД-регуляторів.	8
7	Тема 7. Оптимальні, екстремальні та робастні регулятори сучасних АСК.	8
8	Тема 8. Структурна оптимізація керуючих пристроїв сучасних АСК.	4
9	Тема 9. Програмовані логічні інтегральні схеми в АСК.	5
10	Курсова робота	10
	Всього за курсом	75

Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт знаходяться в Moodle3.

План курсової роботи (КР)

Курсова робота передбачає розробку структури, моделі та керуючих пристроїв системи автоматизації складного технічного об'єкта з наведенням результатів досліджень показників якості керування. Перелік можливих тем зазначено у методичних вказівках до виконання КР, але студент може запропонувати власну тему, якщо вона відповідає напрямку курсової роботи. Крім того, студенту необхідно дослідити вплив типу, структури та параметрів керуючого пристрою на результат роботи розробленої системи керування. Звіт

оформити відповідно до вимог. Методичні рекомендації до виконання курсових робіт знаходяться в Moodle3.

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Практичні роботи з дисципліни проводяться у комп'ютерних класах з використанням програмного забезпечення Matlab.

5. Підсумковий контроль

Перелік питань підсумкового контролю:

1. Класифікація сучасних АСК.
2. Основні цілі та функції сучасних АСК.
3. Етапи та стадії проектування сучасних АСК.
4. Вихідні дані для проектування сучасних АСК.
5. Виконання проектних робіт при розробці сучасних АСК.
6. Сучасні автоматизовані технологічні комплекси. Узагальнена структура та компоненти.
7. Сучасні автоматизовані технологічні комплекси. Алгоритми функціонування.
8. Поняття SCADA-системи.
9. Ієрархічні рівні SCADA-систем.
10. Компоненти SCADA-систем.
11. Людино-машинні інтерфейси SCADA-систем.
12. Web-SCADA-системи.
13. Концепція «Промислового інтернет речей».
14. Сучасні АСК на базі промислового «Інтернет речей».
15. Математичне моделювання елементів АСК.
16. Математичне моделювання сенсорів АСК.
17. Математичне моделювання перетворювачів АСК.
18. Математичне моделювання виконавчих пристроїв АСК.
19. Постановка задачі ідентифікації об'єктів керування АСК.
20. Методи ідентифікації об'єктів керування АСК.
21. Ідентифікація об'єктів керування на основі частотних характеристик.
22. Ідентифікація об'єктів керування на основі імпульсних характеристик.
23. Ідентифікація об'єктів керування на основі перехідних характеристик.
24. Класифікація керуючих пристроїв АСК.
25. Лінійні керуючі пристрої АСК.
26. Класифікація лінійних регуляторів АСК.
27. Характеристики ПІД-регуляторів.
28. Синтез ПІД-регуляторів на основі перехідних характеристик об'єкту керування. Метод Коена-Куна.
29. Синтез ПІД-регуляторів на основі перехідних характеристик об'єкту керування. Метод CHR.

30. Методи синтезу ПІД-регуляторів по ступеню стійкості.
31. Синтез ПІД-регуляторів на основі параметричної оптимізації.
32. Модифікації ПІД-регуляторів. Регулятор з ваговими коефіцієнтами.
33. Модифікації ПІД-регуляторів. Комбіновані регулятори.
34. Модифікації ПІД-регуляторів. Предиктор Сміта.
35. Особливості диференціювання в реальних ПІД-регуляторах.
36. Інтегральне насичення в реальних ПІД-регуляторах.
37. Методи усунення інтегрального насичення в ПІД-регуляторах.
38. Адаптивні регулятори в АСК. Регулятори з адаптацією параметрів.
39. Адаптивні регулятори в АСК. Регулятори з адаптацією структури.
40. Адаптивні регулятори в АСК. Регулятори на базі еталонної моделі.
41. Адаптивні регулятори в АСК. Регулятори на базі ідентифікатора.
42. Загальні питання інтелектуальних принципів керування.
43. Нечіткі керуючі пристрої.
44. Нейронні керуючі пристрої.
45. Постановка задачі оптимізації керуючих пристроїв в сучасних АСК.
46. Класичні методи оптимізації.
47. Евристичні методи оптимізації.
48. Програмні засоби SCADA- та Web-SCADA-систем.
49. Програмні засоби розробки людино-машинних інтерфейсів в АСК.
50. Апаратні засоби вимірювання керованих змінних в сучасних АСК.
51. Апаратні засоби керування в сучасних АСК. Мікроконтролери та ПЛК.
52. Апаратні засоби перетворення та передачі сигналів в АСК.

«0» варіант залікового/іспитового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання:

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Дисципліна "Дослідження автоматизованих систем керування"

БІЛЕТ №0

1. Класифікація сучасних АСК. (10 балів)
2. Постановка задачі ідентифікації об'єктів керування АСК. (20 балів)
3. Лінійні керуючі пристрої АСК. (10 балів)

Викладач

д.т.н., доцент

О.В. Козлов

Зав. кафедри

к.т.н., доцент

М.І. Сіделєв

“ _____ ” _____ 2024 р.

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практична робота №1	4
2	Практична робота №2	4
3	Практична робота №3	4
4	Практична робота №4	4
5	Практична робота №5	4
6	Практична робота №6	4
7	Практична робота №7	4
8	Практична робота №8	4
9	Практична робота №9	4
10	Самостійна робота (по 1 балу за кожну тему, сумарно – 9 балів)	9
11	Контрольна робота №1	7
12	Контрольна робота №2	8
13	Разом за семестр	60
14	Екзамен	40
	Всього	100

Приклад контрольної роботи №1

1. Навести основні етапи дослідження АСК. **(3 балів)**
2. Побудувати імітаційну модель асинхронного двигуна як об'єкту керування кутовою швидкістю обертання в SIMULINK та отримати перехідні характеристики за швидкістю. **(4 балів)**

Приклад контрольної роботи №2

1. Навести узагальнену структуру Web-SCADA-системи. **(4 балів)**
2. Здійснити ідентифікацію аперіодичного об'єкту другого порядку на основі його імпульсної характеристики. **(4 балів)**

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Максимальна кількість балів (відповідно до попередньої таблиці) – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг робіт, відповідає на всі питання, пов'язані з виконаними роботами, та робить додаткові розрахунки, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації та вимог до виконання роботи.

3 бали - студент з достатньою якістю виконав всі завдання, але в процесі роботи він робив деякі помилки, які, після вказування на них викладачем, самостійно виправляв. На деякі питання він відповідає з похибкою. Запропоновані викладачем додаткові розрахунки робить з деякою потугою. Не всі вимоги до виконання роботи дотримані.

1,5 бали - студент самостійно виконав всі роботи, але якість програмної реалізації недостатня (помилки при розрахунках, не всі вимоги до роботи дотримані). На питання щодо виконання робіт відповіді не зовсім чіткі. Є помилки при відповідях.

0 балів - студент не виконав весь обсяг робіт, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками, не знає теоретичного матеріалу, програмна реалізація не відповідає поставленим вимогам.

При отриманні незадовільної оцінки студент має право виправити всі помилки або виконати нові варіанти завдань, якщо викладач невпевнений, що студент виконав їх самостійно. Такий варіант пропонується, коли студент має багато пропусків занять.

Критерії оцінювання КР для досягнення максимальної кількості балів

90-100 балів – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг КР, відповідає на всі питання, можливі незначні помилки при відповідях, за необхідністю проводить додатковий аналіз параметрів розробленої системи автоматизації, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації, вимог до виконання КР та презентації.

75-89 балів – студент якістю виконав весь обсяг КР, але в результатах роботи виявлено деякі несуттєві помилки, які, не впливають на кінцевий результат роботи розробленої системи автоматизації. На всі питання він відповідає без помилок. Можливі претензії щодо оформлення звіту, програмної реалізації та презентації. На запропоновані викладачем додаткові питання відповідає без помилок.

60-74 балів – студент виконав весь обсяг КР, але є суттєві помилки при розрахунках та аналізі параметрів розробленої системи автоматизації. Вимоги до оформлення КР, програмної реалізації та презентації дотримані частково. На питання відповідає з помилками.

0-59 балів – студент не виконав весь обсяг КР, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками, визначенням моделі розробленої системи автоматизації, її синтезом та аналізом, не знає теоретичного матеріалу, програмна реалізація та презентація КР не відповідають поставленим вимогам.

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс] / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке // КПІ ім. І. Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 155 с.
2. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене. – К.: Вид. Ліра-К, 2018. – 378 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації. Навч. пос. — К: Видавництво Ліра-К., 2014. – 344 с.
4. Козлов, О.В., Кондратенко, Ю.П. Методи та моделі інтелектуальних обчислень: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2024. – 148 с.
5. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами. Навчальний. посібник / Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. – К.:НУХТ, 2014. – 274 с.
6. Левченко О.І. Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок. Навчальний. посібник / Левченко О.І., Сідлецький В.М. – К.:НУХТ, 2014. – 227 с.
7. Карташов В.В. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Навчальний посібник, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017, 148 с.
8. Шмат К.І. Автоматизовані системи сільськогосподарської техніки: Навч. посібник. Видання друге / К.І. Шмат, В.М. Солодовніченко, О.І. Папченко. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 196 с.
9. V.R. Mehta, Y.J. Reddy, “Chapter 7 - SCADA systems”, *Industrial Process Automation Systems*, pp. 237-300, 2015.
10. O. Vermesan, P. Friess, ed, ‘Digitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds’ , River Publishers, 2016.
11. N. K. Bose, “Applied multidimensional systems theory”, Springer International Publishing AG, Springer, Cham, 192 p., 2017.

7.2. Додаткові:

1. Recent developments and new directions in soft computing. L.A. Zadeh, A.M. Abbasov, R.R. Yager, S.N. Shahbazova, M.Z. Reformat, Eds. STUDEFUZ 317, Cham: Springer, 2014. P. 466. DOI 10.1007/978-3-319-06323-2

2. Kondratenko Y., Kozlov O., Korobko O., Topalov A. Complex Industrial Systems Automation Based on the Internet of Things Implementation. In: Bassiliades N. et al. (eds) Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 826. Springer, Cham, 2018. – P. 164-187. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76168-8_8
3. Kondratenko, Y.P., Kozlov, O.V., Gerasin, O.S. Neuroevolutionary approach to control of complex multicoordinate interrelated plants // International Journal of Computing, 18(4), 2019. – P. 502-514. <https://www.computingonline.net/computing/article/view/1620>
4. Kondratenko, Y.P., Kozlov, O.V. Generation of Rule Bases of Fuzzy Systems Based on Modified Ant Colony Algorithms // Journal of Automation and Information Sciences, Volume 51, Issue 3. – 2019. – P. 4-25.
5. Kondratenko, Y. P. PLC-Based Systems for Data Acquisition and Supervisory Control of Environment-Friendly Energy-Saving Technologies / Y. P. Kondratenko, O. V. Korobko, O. V. Kozlov // Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures, Studies in Systems, Decision and Control. – Vyacheslav Kharchenko, Yuriy Kondratenko, Janusz Kacprzyk (Eds.). – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2017. – Vol. 74. – P. 247-267.