

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК 2


(підпис) Д.М. Кравцовий
(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Основи автоматизації технологічних процесів

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

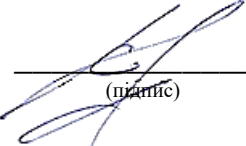
Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Кочук С. Б., доцент каф. №305, к.т.н., доцент



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2024 р.


Завідувач кафедри д.т.н., професор



Р. М. Тріш

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. 339



(підпис)

Микола Годоров
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p>Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u></p> <p>Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u></p> <p>Освітня програма <u>«Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»</u></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2024/ 2025
Індивідуальне завдання – РР		Семестр
Загальна кількість годин – 120		5-й
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 4,5		16 годин
		Практичні
		24 годин
	Лабораторні	
	16 годин	
	Самостійна робота	
	64 години	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: – 56/64.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: знання теоретичних основ побудови та розробки сучасних систем автоматичного управління (САУ); засвоєння основних методів математичного описування, аналізу і синтезу САУ комп'ютерно-інтегрованими технологічними процесами та виробництвами.

Завдання: отримання навичок формування структури САУ, розробки функціональних і структурних схем, побудови математичних моделей функціональних елементів, вирішення задач аналізу та синтезу системи, експериментального дослідження функціональних властивостей системи.

Компетентності, які набуваються:

- здатність застосовувати знання попередніх дисциплін для розуміння та аналізу процесів в САК технологічними процесами (ЗК1, ЗК2, ФК1, ФК2, ФК3);
- знання принципів побудови й основних характеристик елементів САК технологічними процесами (ЗК3, ФК2, ФК3);
- здатність використовувати методи математичного описування сигналів, елементів САУ та систем управління в часовій та частотній областях (ЗК1, ЗК2, ЗК6, ФК3, ФК4);
- здатність використовувати методи аналізу стійкості лінеаризованих і нелінійних неперервних САК (ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК3, ФК4);
- здатність застосовувати методи аналізу якості управління лінійних неперервних САК (ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК3, ФК4);
- здатність застосовувати методи розробки функціональних схем САК (ФК7, ФК8, ФК11);
- здатність застосовувати методи корекції та синтезу лінеаризованих систем управління (ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК3, ФК4).

Очікувані результати навчання:

- розуміти суть процесів в об'єктах автоматизації, вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними (ПРН4, ПРН11, ПРН13);
- вміти виконувати вербальний, графічний і математичний опис сигналів, елементів та систем управління в часовій і частотній областях (ПРН4, ПРН5, ПРН7);
- вміти оцінювати стійкість та якість управління неперервних САК за допомогою сучасних методів (ПРН4, ПРН5, ПРН7);
- вміти корегувати та синтезувати САК технологічними процесами та виробництвами (ПРН4, ПРН5, ПРН7, ПРН9, ПРН15).

Пререквізити – дисципліна базується на знанні вищої математики, фізики, технічної механіки, загальної електротехніки й теорії кіл, виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації.

Кореквізити – забезпечує приводи автоматизованих технологічних процесів, інформаційне забезпечення гнучких виробничих систем, технічні засоби автоматизації та автоматизація технологічних процесів, основи проектування систем автоматизації, системи обробки сигналів.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Цифрові САУ.

Тема 10. Математичний опис дискретних елементів САК.

Функціональна схема цифрової САК. Математичний опис процесів квантування і імпульсної модуляції безперервних сигналів.

Тема 11. Математичний апарат цифрових САК.

Гратчасті функції та операції над ними. Дискретні перетворення Лапласа і Фур'є. Z -перетворення решітчастих функцій. Теорема В.О. Котельникова. Частотні характеристики фіксатора. Передаточна функція цифрового регулятора. Передаточна функція імпульсного фільтра. Передаточна функція послідовного з'єднання дискретних систем. Передаточна функція паралельного з'єднання дискретних систем. Передаточна функція зустрічно-паралельного з'єднання дискретних систем.

Тема 12. Математичний опис цифрових САК.

Структурна схема дискретної САК. Передавальна функція цифрового регулятора. Передавальна функція імпульсного фільтра. Передавальна функція послідовного з'єднання дискретних систем. Передавальна функція паралельного з'єднання дискретних систем. Передавальна функція зустрічно-паралельного з'єднання дискретних систем.

Тема 13. Опис цифрових САК в тимчасовій області.

Вивід рівнянь стану і виходу з передавальної функції. Рішення рівнянь станів і виходу за допомогою рекурентного методу. Рішення рівнянь стану і виходу за допомогою Z -перетворень. Векторно-матрична структурна схема.

Тема 14. Стійкість лінійних цифрових САК.

Стійкість лінійних цифрових САУ. Оцінювання стійкості лінійних цифрових САК за коренями характеристичного рівняння. Оцінювання стійкості цифрових САК за допомогою аналога критерію Гурвиця. Критерій стійкості Михайлова. Аналіз стійкості цифрових САК за допомогою критерію Джурі. Логарифмічний критерій стійкості цифрових САК. Рекурентний метод побудови перехідної характеристики цифрової САК. Аналіз якості управління цифрових САК.

Тема 15. Оцінка точності цифрових САК.

Оцінювання точності, швидкодії, перерегулювання, запасів стійкості за амплітудою і за фазою. Аналіз точності ЦСАК в сталому режимі при степеневих, лінійних та квадратичних вхідних діях.

Тема 16. Синтез цифрових САК.

Методи корекції ЦСАУ. Синтез послідоватального цифрового коректуючого пристрою з допомогою билинейного преобразования. Выбор периода квантования T_0 .

Модульний контроль

Модуль 3.

Змістовий модуль 4. Сучасні САК.

Тема 17. Оптимальні системи управління.

Загальні поняття оптимального управління. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Основні види обмежень. Критерії ефективності. Типи задач оптимізації. Приклади оптимальних систем. Елементи класичного варіаційного числення. Основні поняття варіаційного числення. Принцип максимуму Понтрягіна. Принцип максимуму для автономних та неавтономних. Диференційне рівняння Беллмана. Приклад синтезу оптимального управління за методом динамічного програмування. Постановка задачі аналітичного конструювання. Критерій якості керування. Матричне нелінійне рівняння Ріккати. Оптимальне керування з квадратичним критерієм якості. Особливості вирішення задачі оптимізації.

Тема 18. Адаптивні та інтелектуальні САК.

Поняття адаптивного управління. Формування задачі адаптивного управління. Вимоги до адаптивних систем. Тенденції розвитку адаптивних систем. Структура адаптивної САК. Принципи побудови адаптивних систем автоматичного управління. Екстремальні системи управління. САК з еталонною моделлю. САК зі змінною структурою. Безпошукові САК із самоналагоджуванням. Безпошукові САК з еталонною моделлю. Адаптивні САК з оптимізацією якості. Інтелектуальні САК. Нечіткі регулятори.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Цифрові САК					
Тема 10. Математичний опис дискретних елементів САК	10	2	2	2	4
Тема 11. Математичний апарат цифрових САК	6	1	3	–	2
Тема 12. Математичний опис цифрових САК	8	1	3	–	4
Тема 13. Опис цифрових САК в тимчасовій області.	10	2	2	2	4
Тема 14. Стійкість лінійних цифрових САК.	10	2	2	2	4
Тема 15. Оцінка точності цифрових САК.	10	2	2	2	4
Тема 16. Синтез цифрових САК.	20	–	–	–	20 РР
Модульний контроль	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 3	76	10	14	8	44
Модуль 3					
Змістовий модуль 4. Сучасні САК					
Тема 17. Оптимальні системи управління	24	4	6	4	10
Тема 18. Адаптивні та інтелектуальні САК	18	2	4	4	8
Модульний контроль	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 4	44	6	10	8	20
Усього годин	120	16	24	16	64

5. Теми семінарських занять

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне описування дискретних елементів в часовій та частотній областях.	2
2	Математичний апарат цифрових САУ.	6
3	Передаточні функції цифрових САУ.	2
4	Оцінювання стійкості цифрових САУ.	2
5	Оцінювання точності цифрових САУ.	2
6	Синтез оптимального управління	6
7	Самоналагоджувані системи та нечіткі регулятори.	4
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментальне дослідження впливу величини періоду квантування на стійкість цифрових САУ.	4
2	Експериментальне дослідження замкненої цифрової САУ.	4
3	Дослідження оптимальної системи кутової стабілізації БПЛА.	4
4	Дослідження системи кутової стабілізації БПЛА з нечітким регулятором.	4
5		
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Амплитудно- та широтноімпульсна модуляція безперервних сигналів в цифрових САУ.	12
2	Опис цифрової САУ дискретними рівняннями вхід-вихід.	10
3	Виконання розрахункової роботи на тему «Синтез ПІД-регулятора цифрової САК».	20
4	Оптимальні САК технологічними процесами.	10
5	Адаптивні (самоналагоджувальні) технологічні процеси.	8
6	Підготовка до МК	4
	Разом	64

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Синтез ПІД-регулятора цифрової САК»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю (комплексні контрольні роботи), письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

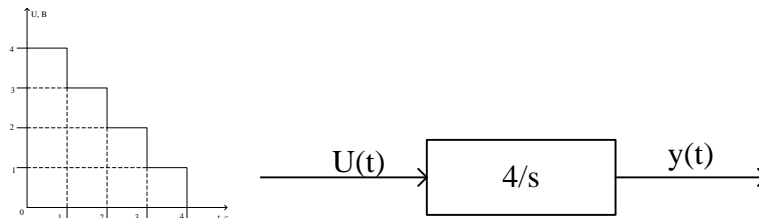
12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	3...6	8	24...48
Модульний контроль	5...10	1	5...10
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	4	0...8
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	3...6	1	2...6
Всього за семестр			60...100

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань курсу:

1. Типи дискретних систем та операції, які ними виконані.
2. Метод гармонічної лінеаризації.
3. Задача.

Знайти реакцію $y(t)$ на вплив, що задає $U(t)$.



Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку. При складанні семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Приклад 1

Необхідний обсяг *знань* для одержання позитивної оцінки:

- основні принципи побудови систем автоматичного керування;
- методи аналізу та синтезу САК;
- методи опису об'єктів керування в часової та частотної областях;

Необхідний обсяг *умінь* для одержання позитивної оцінки:

- описувати й розраховувати САК;
- виконувати аналіз та синтез САК об'єктами різної фізичної природи.

Приклад 2

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та

захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно давати характеристику існуючим САК, принципам їх побудови. Описувати об'єкти автоматизації за допомогою передавальних функцій.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти аналізувати та оцінювати роботу САК, синтезувати алгоритми керування.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи автоматичних технологічних процесів».
https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1EJNjId0WEE22OjkTR3pHPvMQ1H7y_6I2.
2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для підготовки бакалаврів. 2022р.
<https://khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi-bakalavriv/komp%e2%80%99yuterno-integrovanii/osvitno-profesijni-programi17/>
3. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самост. роботи / С. М. Фірсов, С. Б. Кочук, Ю. В. Білоконська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 134 с.
4. Навчально-методичний комплекс дисципліни:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4398>

14. Рекомендована література

Базова

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і дог. – К.: Либідь, 2007. – 656 с. - ISBN:

966-06-0447-5, ISBN13: 978-966-06-0447-6.

2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 280 с. – ISBN: 978-966-553-725-0.
3. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. / А. О. Іванов. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 250 с.
4. Дубовой, В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
5. Збірник задач із систем автоматичного управління / О. Г. Гордін, К. Ю. Дергачов, В. Г. Джулгаков та ін.; під заг. ред. А. С. Куліка, В. Ф. Симонова. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 206с.

Допоміжна

6. Кочук С. Б. Математичні моделі літака як об'єкта управління [Текст]: Навч. посібник / С. Б. Кочук, С. М. Фірсов, К. Ф. Фомичов. – Харків : Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т », 2016. – 74 с.
7. Опорний конспект лекцій з дисципліни “Теорія автоматичного управління” для студентів ОКР «бакалавр», 6050201 – «Системна інженерія» / Укл.: Николайчук Я.М., Возна Н.Я.– Тернопіль: Гал-друк, 2015. – 59 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт університету <https://www.khai.edu>

Сайт кафедри <https://k305.khai.edu>.