

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра безпеки інформаційних систем і технологій

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**



Проректор з науково – педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

” \_\_\_\_\_ 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**“Теорія автоматичного управління”**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 015 - Автоматизація та приладобудування

спеціальність 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

освітня програма Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

спеціалізація

вид дисциплін обов’язкова

факультет комп’ютерних наук

2022 / 2023

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук "28" червня 2022 року, протокол №10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Рассомахін Сергій Геннадійович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри безпеки інформаційних систем і технологій

Програму схвалено на засіданні кафедри безпеки інформаційних систем і технологій

Протокол від "23" червня 2022 року № 10

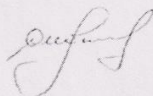
Завідувач кафедри безпеки інформаційних систем і технологій



Сергій Рассомахін

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проєктної групи) Шматков Сергій Ігорович

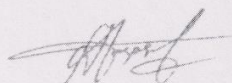


Сергій Шматков

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від "24" червня 2022 року №9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій Бердников

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Теорія автоматичного управління” складена відповідно до освітньої програми підготовки бакалавра за спеціальністю 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна відображає в собі основні відомості щодо математичного опису та практичної побудови систем автоматичного управління (САУ).

Метою викладання навчальної дисципліни є оволодіння основами класичної теорії автоматичного управління, яка базується на математичних методах рішення диференційних рівнянь лінійних динамічних систем, використанні апарату перетворень Лапласу та Фур'є для операційних зображень передаточних функцій та перехідних характеристик.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Формування у студентів знань про: принципи класифікації процесів та систем автоматичного управління, а також методологічних і математичних основ проведення аналізу та синтезу САУ. Студенти мають оволодіти уміннями усебічного аналізу показників якості та стійкості управління в аналогових та цифрових САУ.

Вивчення курсу "Теорія автоматичного управління" базується на знаннях, отриманих при вивченні таких курсів як вища математика, фізика, іноземна мова (англійська), електроніка тощо.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
32 год	
Практичні, семінарські заняття	
22 год	
Лабораторні заняття	
10 год	
Самостійна робота	
56 год	

## 1.6. Заплановані результати навчання

### *МАТИ КОМПЕТЕНЦІЇ:*

#### **Загально – професійні:**

- базові уявлення про основи побудови САУ та шляхи забезпечення якісних та кількісних характеристик управління;
- здатність обґрунтовувати вимоги щодо забезпечення стійкості та робастності систем і алгоритмів.

За результатами вивчення дисципліни студенти повинні

#### **ЗНАТИ:**

1. основні принципи класифікації видів процесів управління та САУ;
2. математичні основи опису часових, частотних і фазових характеристик САУ;
3. математичні моделі типових динамічних ланок управління;
4. критерії стійкості лінійних динамічних систем;
5. уявлення про нелінійні САУ;
6. математичні основи опису імпульсних і цифрових систем;
7. теоретичні і практичні методи оцінки якості управління в статичних і астатичних САУ.

#### **ВМІТИ:**

1. здійснювати синтез та спрощення структурних схем САУ;
2. вибір типових ланок для реалізації різних законів управління в розімкнутих та замкнених системах;
3. застосовувати алгебраїчні та частотні критерії для оцінки стійкості САУ;
4. здійснювати аналіз робастності систем управління;
5. проводити практичний розрахунок показників якості управління.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Математичний опис систем автоматичного управління.**

Тема 1. Основні визначення та класифікація систем автоматичного управління.

*Визначення та поняття ТАУ. Типові схеми САУ. Принципи управління та класифікація САУ. Завдання теорії автоматичного управління.*

Тема 2. Математичний опис лінійних динамічних систем (ЛДС).

*Загальна математична модель ЛДС. Передаточна функція ЛДС. Дослідження ЛДС за допомогою зображень впливів. Принцип суперпозиції. Типові елементарні сигнали для дослідження ЛДС. Динамічні характеристики ЛДС. Частотні характеристики ЛДС. Перетворення Лапласу та його властивості. Розв'язання диференціальних рівнянь САУ. Типові динамічні ланки (ТДЛ) ЛДС. Схеми з'єднання ТДЛ*

### **Розділ 2. Стійкість динамічних систем.**

Тема 3. Поняття стійкості: ознаки та визначення.

*Стійкі системи. Стійкі в заданому діапазоні системи. Нестійкі системи. Ознаки стійкості. Необхідні та достатні умови стійкості.*

Тема 4. Алгебраїчні критерії стійкості.

*Критерій Гурвіца. Критерій Лъенара-Шипаро.*

Тема 5. Частотні критерії стійкості.

*Принцип аргументу. Критерій Михайлова. Критерій Найквіста.*

Тема 6. Якість управління в лінійних системах.

*Запаси стійкості. Показники та види якості управління. Показники якості статичних і астатичних систем. Методи синтезу лінійних систем. Робастність регуляторів.*

### **Розділ 3. Управління в імпульсних та цифрових системах.**

Тема 7. Цифрові системи управління.

*Структура та особливості цифрових систем. Перетворення сигналів в цифрових САУ. Операційне зображення цифрового сигналу. Властивість періодичності.*

Тема 8. Управління в цифрових САУ.

*Лінійні закони управління в ЦСАУ. Відновлення аналогових сигналів. Методи розрахунку параметрів рекурсивних та нерекурсивних цифрових фільтрів.*

### **3. Структура навчальної дисципліни**

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Математичний опис систем автоматичного управління</b>						
Тема 1. Основні визначення та класифікація систем автоматичного управління.	6	2	2			2
Тема 2. Математичний опис лінійних динамічних систем.	38	12	10	6		10
Разом за розділом 1	48	14	12	6		16
<b>Розділ 2. Стійкість динамічних систем</b>						
Тема 3. Поняття стійкості: ознаки та визначення.	10	2				8
Тема 4. Алгебраїчні критерії стійкості.	14	2	2			10
Тема 5. Частотні критерії стійкості	14	2	2	2		8
Тема 6. Якість управління в лінійних системах	16	4	4	2		6
Разом за розділом 2	54	10	12	4		32
<b>Розділ 3. Управління в імпульсних та цифрових системах</b>						
Тема 7. Цифрові системи управління	8	4				4
Тема 8. Управління в цифрових САУ	10	4	2			4
Разом за розділом 3	18	8	2			8
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>10</b>		<b>56</b>

#### 4. Теми практичних і лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вхідний контроль (ПЗ).	2
2.	Моделювання тестових випробувальних сигналів для ЛДС (ПЗ).	2
3.	Дослідження ЛДС на основі операційних зображень впливів і передаточної функції (ПЗ).	2
4.	Дослідження динамічних характеристик ЛДС на основі передаточної функції (ПЗ).	2
5.	Аналіз ЛДС на основі вирішення диференційних рівнянь (ПЗ).	2
6.	Дослідження характеристик статичної ланки 1-го порядку (ЛЗ).	2
7.	Дослідження характеристик коливальної ланки (ЛЗ).	4
8.	Еквівалентне перетворення структурних схем САУ (ПЗ).	2
9.	Алгебраїчні критерії стійкості САУ (ПЗ)	2
10.	Частотні критерії стійкості САУ (ПЗ)	4
11.	Дослідження класичної схеми ПД-регулятора (ЛЗ)	4
12.	Дослідження робастної стійкості САУ за умов параметричної невизначеності (ПЗ)	2
13.	Синтез нерекурсивних ЦФ с лінійної ФЧХ (ПЗ)	2
	Разом	32

#### 5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій.	16
1.1	Повторення основних положень операційного перетворення	6
1.2	Вивчення критеріїв стійкості	10
2	Підготовка до практичних занять та лабораторних робіт.	28
2.1	Вивчення алгебраїчних критеріїв стійкості	14
2.2	Вивчення методів опису цифрових САУ	14
3	Читання додаткової літератури.	12
	Разом	56

#### 6. Індивідуальні завдання

6.1 Індивідуальні завдання не використовуються.

#### 7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

## 8. Методи контролю

Для оперативного контролю степені засвоєння матеріалу протягом семестру застосовуються наступні заходи:

- контроль присутності студентів (пропуск лекції без поважної причини – "мінус" один бал);
- контроль і оцінка виконання індивідуального завдання практичного заняття – перевірка роботи комп'ютерної програми та усна співбесіда;
- контроль звітів про виконання лабораторної роботи та знання відповідей на контрольні питання.

На лабораторних роботах контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом оцінки якості оформлення звіту і його захисту. Рівень знань, продемонстрований студентами при оформленні і захисті звітів по лабораторних роботах оцінюється максимально 5 балами.

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється на контрольній роботі, що передбачена навчальним планом. Завдання на контрольну роботу включає два практичні питання. Рівень знань, продемонстрований студентами на контрольній роботі оцінюється максимально 5 балами.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення іспиту.

Екзаменаційний квиток включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 15 балів кожен, практичний - в 10.

Максимальна кількість балів за результатами іспиту складає 40 балів.

Максимальна кількість балів за результатами вивчення дисципліни складає 100 балів.

## 9. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота								контрольна робота	Разо м	Екземе н	Сума
Розділ 1		Розділ 2				Розділ 3					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	10			
5	10	5	5	5	10	5	5		60	40	100

## Критерії оцінювання

Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольної роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	10
У відповідях на поставлені питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	7-9
У відповідях на поставлені питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	5-6
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	3-4
У відповідях на поставлені питання показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок, відсутні висновки	1-2



## Критерії оцінювання знань студентів за виконання лабораторній роботі

Визначення	Кількість балів
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту показано розуміння суті і змісту проведених досліджень	5
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	4
Завдання по лабораторній роботі виконане в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно, в оформленні звіту є незначні недоліки. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	3
Завдання по лабораторній роботі виконане. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу	2

## Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені повністю, завдання вирішене правильно, зроблені висновки	40
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання достатньо освітлені, завдання вирішене правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35-39
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з помилками, завдання вирішене правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25-34
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене з помилками. Зроблені неповні висновки	15-24
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене частково або не повністю. Висновки неповні або відсутні	1-14

## Шкала оцінювання

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



## 10. Рекомендована література

### Базова література

1. Боровська Т. М. Теорія автоматичного управління. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/11Borovska\\_tau\\_kl/01.html](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/11Borovska_tau_kl/01.html). - 25.02.2022.
2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб і доп. – К.:Либідь, 2007. – 656 с.
3. Опорний конспект лекцій з теорії автоматичного управління. URL: [http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/52476/lekzii\\_1.pdf](http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/52476/lekzii_1.pdf). - 25.02.2022.
4. Корчемний М. О., Клендій П. Б., Потапенко М. В. Теоретичні основи автоматики: навчальний посібник. – Богдан, 2012. – 304 с.
5. Теорія автоматичного управління. Навчальний посібник. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41587/1/%D0%A2eorii\\_a\\_vtomat\\_uprav.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41587/1/%D0%A2eorii_a_vtomat_uprav.pdf). - 25.02.2022.