

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

ФІТ

Говорушенко Т.О.

2024\_р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теорія автоматичного керування**

Назва дисципліни

*Галузь знань* 15 – Автоматизація та приладобудування

*Спеціальність* 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

*Рівень вищої освіти* – Перший бакалаврський

*Освітня програма* – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

*Статус дисципліни*: обов'язкова, цикл професійної підготовки

*Факультет* – Інформаційних технологій

*Кафедра* – Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни		Кількість годин							Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Курсовий проект		
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття				Залік	Іспит
Д	3	6	4	120	85	34	34	17		35			+
<b>Разом ДФН</b>			<b>4</b>	<b>120</b>	<b>85</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17</b>		<b>35</b>			<b>1</b>

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми та стандарту вищої освіти зі спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Програма складена  к.т.н., доцент Микола ФЕДУЛА

Схвалена на засіданні кафедри Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол № 1 від 30.08.2024 р. Зав. кафедри  Валерій МАРТИНЮК

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради  Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Хмельницький 2024

## ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	6
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	4
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна

### Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *вміти застосовувати* сучасні інформаційні технології та *мати навички* розробляти структури, алгоритми та комп'ютерні програми з метою забезпечення роботи цифрових та аналогових систем автоматичного керування та *використовувати* інтернет-ресурси; *проектувати* системи автоматичного керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології; *обґрунтовувати* вибір структури та *розробляти* прикладне програмне забезпечення для систем автоматичного керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів, програмованих логічних матриць або сигнальних процесорів; *використовувати* спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач з проектування систем автоматичного керування, зокрема, розроблення математичних моделей та методів комп'ютерної симуляції, із застосуванням систем та засобів автоматичного проектування.

**Зміст навчальної дисципліни.** Основи теорії автоматичного керування. Математичне моделювання систем автоматичного керування. Статичні та динамічні характеристики систем. Стійкість систем автоматичного керування. Контролери систем автоматичного керування. Частотні методи аналізу та синтезу блоків систем автоматичного керування. Нелінійні системи автоматичного керування. Оптимізація у системах автоматичного керування.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 34 год., лабораторні роботи – 34 год., практичні заняття – 17 год. самостійна робота – 35 год.; разом – 120 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні роботи (з використанням методів комп'ютерного моделювання, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** усне опитування, письмові самостійні та контрольні роботи, тестування.

**Вид семестрового контролю:** іспит

### Навчальні ресурси:

1. Poley R. Control Theory Fundamentals. – New York: CRC Press, 2020. – 320 p.
2. Asadi F. State-Space Control Systems: The MATLAB®/Simulink® Approach. – Cham: Springer, 2020. – 280 p.
4. Кулаковський Л.Я., Босак А.В. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2019. – 280 с.
5. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2020. – 200 с.
6. Сергієнко О.В., Баранов М.П., Ковальчук А.В. Моделювання та аналіз систем автоматичного керування в MATLAB: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2021. – 300с.
7. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/>.
8. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>.
9. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnu.edu.ua/>.

**Викладач:** кандидат технічних наук, доцент Федула М.В.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Теорія автоматичного керування» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

**Пререквізити** – вища математика, програмування, людино-машинний інтерфейс та програмування систем реального часу, інтернет технології, комп'ютерна електроніка та мікропроцесорна техніка, англійська мова.

**Кореквізити** – програмування мікропроцесорних систем керування, англійська мова.

Відповідно до Стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

**компетентності:** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, розроблення систем автоматичного керування із застосуванням сучасних методів аналізу та синтезу. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для систем автоматичного керування. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач розроблення та аналізу характеристик систем автоматичного керування.

**- програмні результати навчання:** вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування для сучасних систем автоматичного керування; вміти проектувати системи автоматичного керування та візуалізувати результати їх роботи за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології; вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для сучасних систем автоматичного керування; вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування та візуалізації систем автоматичного керування.

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного виконувати типові та складні завдання автоматизації та реалізації комп'ютерно-інтегрованих технологій шляхом аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

**Предмет дисципліни.** Системи та процеси автоматичного керування.

**Завдання дисципліни.** Формування практичних навичок з аналізу та розроблення систем автоматичного керування, з використанням відповідних середовищ розробки та пакетів прикладних програм.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *вміти застосовувати* сучасні інформаційні технології та *мати навички* розробляти алгоритми та комп'ютерні програми для реалізації систем автоматичного керування та *використовувати* інтернет-ресурси; *проектувати* системи автоматичного керування та візуалізувати результати їх роботи за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології; *обґрунтовувати* вибір структури та *розробляти* прикладне програмне забезпечення для сучасних систем автоматичного керування; *використовувати* спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування та візуалізації результатів роботи систем автоматичного керування.

## 2. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні роботи	практичні заняття	СРС
<b>Тема 1.</b> Основи теорії автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 2.</b> Математичне моделювання систем автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 3.</b> Статичні та динамічні характеристики систем	4	4	2	4
<b>Тема 4.</b> Стійкість систем автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 5.</b> Контролери систем автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 6.</b> Частотні методи аналізу та синтезу блоків систем автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 7.</b> Нелінійні системи автоматичного керування	4	4	2	4
<b>Тема 8.</b> Оптимізація у системах автоматичного керування	6	6	3	7
<b>Разом за п'ятий семестр:</b>	34	34	17	35

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Зміст лекційного курсу

№ лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>П'ятий семестр</i>	
	<b>Тема 1.</b> Вступ до теорії автоматичного керування	
1	Історія розвитку теорії автоматичного керування. Основні поняття: об'єкт керування, система керування, сигнал, зворотний зв'язок. Класифікація автоматичних систем керування. Застосування теорії автоматичного керування (ТАК) у сучасній техніці. Літ.: [1] с.4-15, [2] с.4-21, [4] с.1-7	2
2	Можливості MATLAB та Simulink для аналізу та синтезу систем керування. Ознайомлення з веб-додатками MATLAB Online. Приклади застосування MATLAB у розв'язанні задач аналізу систем. Літ.: [1] с.25-34, [2] с.5-21, [5] с.47-67	2
	<b>Тема 2.</b> Математичне моделювання систем автоматичного керування	
3	Складання диференціальних рівнянь для механічних, електричних та теплових систем. Перехід до передавальних функцій. Лінеаризація нелінійних систем. Літ.: [1] с.14-29, [2] с.32-42, [4] с.9-35	2
4	Алгебра блок-схем. Еквівалентні перетворення блок-схем. Формування передавальної функції для складних систем. Літ.: [1] с.29-40, [2] с.43-51, [4] с.72-91,	2
	<b>Тема 3.</b> Статичні та динамічні характеристики систем	
5	Поняття сталого та перехідного стану. Перехідні характеристики: перехідна, імпульсна, вагова. Критерії оцінки якості перехідних процесів. Літ.: [1] с.40-56, [2] с.51-80,	2
6	Побудова діаграм Боде, Найквіста та Логарифмічного амплітудно-фазового	2

	графіка (ЛАФЧ). Інструменти MATLAB для аналізу частотних характеристик. Літ.: [2] с.81-94, [6] с.13-73	
	<b>Тема 4. Стійкість систем автоматичного керування</b>	
7	Стійкість у часовій та частотній областях. Критерій Рауса-Гурвіца. Графічна перевірка стійкості систем. Літ.: [1] с.56-58, [2] с.94-107, [6] с.171-251	2
8	Критерій Найквіста. Використання діаграм Боде та частотних характеристик для оцінки стійкості. Літ.: [1] с.58-64, [2] с.108-156, [6] с.251-319	2
	<b>Тема 5. Контролери систем автоматичного керування</b>	
9	P, I, D-регулятори: принцип дії, переваги та недоліки. Комбіновані закони регулювання (PI, PD, PID). Літ.: [4] с.57-70, 93-115, [5] с.293-313, [6] с.505-525	2
10	Налаштування PID-контролера в MATLAB. Автоматичне налаштування параметрів регулятора. Літ.: [4] с.93-170, [5] с.313-334	2
11	Побудова частотних характеристик у MATLAB. Визначення запасів стійкості за діаграмами. Літ.: [4] с.93-170, [5] с.313-334, [6] с. 525-573	2
	<b>Тема 6. Частотні методи аналізу та синтезу блоків систем автоматичного керування</b>	
12	Основні типи коригувальних пристроїв. Методи налаштування фазових та амплітудних коректорів. Літ.: [2] с.81-94, [6] с.13-73	2
13	Види нелінійності: насичення, гістерезис, мертва зона. Аналіз фазових траєкторій нелінійних систем. Літ.: [6] с.13-73	2
	<b>Тема 7. Нелінійні системи автоматичного керування</b>	
14	Метод малого параметра. Використання MATLAB для моделювання нелінійностей. Літ.: [3] с.126-173, [8] с.33-46, [9] с.49-76,	2
15	Оптимізація керування: критерії, обмеження. Основи методів оптимізації в MATLAB. Літ.: [3] с.221-322, [8] с.46-89, [9] с.78-109, [10] с.68-88, [12] с.14-38,	2
	<b>Тема 8. Оптимізація у системах автоматичного керування</b>	
16	Побудова LQR-регулятора в MATLAB. Приклади синтезу оптимального керування. Літ.: [6] с.228-264, [9] с.117-163, [11] с.19-128	2
17	Огляд сучасних технологій у теорії автоматичного керування. Використання інструментів MATLAB/Simulink для комплексного аналізу. Літ.: [12] с.151-215, [13] с.98-105, [14] с.79-82	2
	<b>Загалом</b>	34

### 3.2. Зміст лабораторних робіт

#### Перелік лабораторних робіт для студентів денної форми навчання

№	Перелік тем лабораторних робіт, їх анотації	Кількість годин
	<b>П'ятий семестр</b>	
	<b>Тема 1. Вступ до теорії автоматичного керування</b>	
1	Моделювання простої замкнутої системи керування в Simulink. Літ.: [1] с.15-29, [2] с.31-45, [4] с.9-28	4
	<b>Тема 2. Математичне моделювання систем автоматичного керування</b>	
2	Створення блок-схеми системи з передавальною функцією у Simulink. Літ.: [1] с.25-34, [2] с.5-21, [5] с.47-67	4
	<b>Тема 3. Статичні та динамічні характеристики систем</b>	
3	Використання інструментів MATLAB для побудови діаграм Боде, Найквіста. [2] с.81-94, [6] с.13-73, [8] с.23-33	4
	<b>Тема 4. Стійкість систем автоматичного керування</b>	
4	Використання веб-додатків MATLAB для перевірки стійкості на основі критерію Найквіста. Літ.: [1] с.56-58, [2] с.94-107, [6] с.171-251, [8] с.33-46,	4

	<b>Тема 5.</b> Контролери систем автоматичного керування	
5	Реалізація PID-контролера в Simulink. [4] с.57-70, 93-115, [5] с.293-313, [6] с.505-525, [10] с.4-32,	4
	<b>Тема 6.</b> Частотні методи аналізу та синтезу блоків систем автоматичного керування	
6	Моделювання частотних методів аналізу в Simulink. Літ.: [2] с.81-94, [6] с.13-73	4
	<b>Тема 7.</b> Нелінійні системи автоматичного керування	
7	Дослідження фазових портретів у Simulink. Літ.: [6] с.228-264, [9] с.117-163, [11] с.19-128	4
	<b>Тема 8.</b> Оптимізація у системах автоматичного керування	
8	Застосування Simulink для синтезу систем оптимального керування. Літ.: [12] с.151-219, [13] с.98-105, [14] с.79-88	6
	<b>Загалом</b>	34

### 3.2. Зміст практичних занять

#### Перелік практичних занять для студентів денної форми навчання

№	Перелік тем лабораторних робіт, їх анотації	Кількість годин
	<i>1-й семестр</i>	
	<b>Тема 1.</b> Вступ до теорії автоматичного керування	
1	Ознайомлення з інтерфейсом MATLAB Online. Використання базових функцій MATLAB для аналізу сигналів. Літ.: [1] с.15-29, [2] с.31-45, [4] с.9-28	2
	<b>Тема 2.</b> Математичне моделювання систем автоматичного керування	
2	Побудова моделей систем у MATLAB. Аналіз часових характеристик систем. Літ.: [1] с.25-34, [2] с.5-21, [5] с.47-67	2
	<b>Тема 3.</b> Статичні та динамічні характеристики систем	
3	Аналіз частотних характеристик у MATLAB. Літ.: [2] с.81-94, [6] с.13-73, [8] с.23-33	2
	<b>Тема 4.</b> Стійкість систем автоматичного керування	
4	Аналіз стійкості систем із використанням MATLAB. Літ.: [1] с.29-32, , [4] с.79-99, [12] с.4-23	2
	<b>Тема 5.</b> Контролери систем автоматичного керування	
5	Побудова PID-контролера у MATLAB. Підбір параметрів контролера за допомогою інтерактивних інструментів. Літ.: [2] с.39-43, [3] с.174-179, 184-190	2
	<b>Тема 6.</b> Частотні методи аналізу та синтезу блоків систем автоматичного керування	
6	Використання MATLAB для побудови частотних характеристик. Синтез коригувальних пристроїв. Літ.: [3] с.196-200, [4] с.292-310, [5] с.4-24, [6] с.54-74	2
	<b>Тема 7.</b> Нелінійні системи автоматичного керування	
7	Моделювання нелінійних систем у MATLAB. Літ.: [6] с.228-264, [9] с.117-163, [11] с.19-128	2
	<b>Тема 8.</b> Оптимізація у системах автоматичного керування	
8	Реалізація LQR у MATLAB. Літ.: [12] с.151-219, [13] с.98-105, [14] с.79-88	3
	<b>Загалом</b>	17

#### Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному

опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань, в тому числі курсового проекту, тощо.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
<b><i>П'ятий семестр</i></b>		
1	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	2
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №1.	2
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	2
4	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №2.	2
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	2
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю.	2
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	2
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №4.	2
9	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	2
10	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №5.	2
11	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	2
12	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №6. Підготовка до контрольної роботи.	2
13	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	2
14	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №7.	2
15	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	2
16	Опрацювання лекційного матеріалу.	2
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №8. Підготовка до підсумкового контрольного заходу.	3
<b><i>Загалом за п'ятий семестр</i></b>		<b>35</b>

#### **4. ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ**

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій та сучасних засобів їх реалізації і мають за мету набуття студентами навичок з розв'язання практичних завдань.

#### **5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у

дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи контролю:

- усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи;
- опитування за результатами лабораторної роботи;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;
- презентація індивідуальних завдань;
- виконання домашніх завдань.

## 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

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:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє



	знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота		Підсумковий контроль	
П'ятий семестр											
Лабораторні роботи №:								Практичні заняття №		Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	4	5	6	7	8	1-8		Іспит	
ВК: 0,4								0,2		0,4	

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт; 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	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за

				професією
E	3,00–3,24	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться в межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів.

### 7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАТЬ

1. Що таке автоматична система керування (АСУ) і які її основні компоненти?
2. Які основні принципи побудови систем автоматичного керування?
3. Яку роль відіграє зворотний зв'язок у системах керування?
4. Як класифікуються автоматичні системи керування за принципами функціонування?
5. Які переваги використання MATLAB та Simulink у теорії автоматичного керування?
6. Що таке передавальна функція і як її отримують із диференціального рівняння?
7. Що таке рівняння стану системи і для чого воно використовується?
8. Як здійснюється лінеаризація нелінійних систем?
9. Які методи використовуються для перетворення блок-схем у еквівалентні системи?
10. Як створюються математичні моделі у MATLAB та Simulink?
11. Що таке перехідна характеристика системи?
12. Як визначають час регулювання та час перехідного процесу?
13. Що таке імпульсна характеристика і в яких задачах вона використовується?
14. Як будуються частотні характеристики динамічної системи?
15. Які критерії якості застосовуються для оцінки динамічних характеристик системи?
16. Що таке стійкість системи керування і як вона визначається?
17. У чому суть критерію Рауса-Гурвіца?
18. Як використовуються діаграми Найквіста для оцінки стійкості системи?
19. Що таке запас стійкості, як його оцінюють?
20. Як частотні характеристики системи впливають на її стійкість?
21. У чому полягає принцип роботи пропорційного (P) регулятора?
22. Які функції виконують інтегральний (I) та диференціальний (D) регулятори?
23. Як комбінуються закони регулювання у PI, PD, PID-регуляторах?
24. Які переваги та недоліки використання PID-регуляторів?
25. Як у MATLAB налаштовуються параметри PID-регуляторів?
26. Що таке діаграма Бode і як вона використовується в аналізі систем керування?
27. Які переваги частотних методів аналізу перед часовими?
28. Що таке фазовий запас і як він визначається?
29. Які функції виконують коригувальні пристрої в системах керування?
30. Як проектуються фазові та амплітудні коректори?
31. Що таке нелінійна система і як вона відрізняється від лінійної?
32. Які типи нелінійностей найчастіше зустрічаються у системах керування?
33. Що таке фазова траєкторія і як вона використовується для аналізу системи?
34. У чому суть методу гармонійної лінеаризації?
35. Як MATLAB використовується для моделювання нелінійностей?

36. Що таке оптимальне керування і які його основні завдання?
37. Які критерії оптимальності використовуються для вибору оптимального закону керування?
38. У чому суть лінійно-квадратичного регулятора (LQR)?
39. Як параметри LQR-регулятора впливають на якість керування?
40. Які переваги використання LQR-регулятора в порівнянні зі стандартними методами?
41. Які ключові особливості використання MATLAB та Simulink у моделюванні систем керування?
42. Які переваги систем із зворотним зв'язком у порівнянні з системами відкритого типу?
43. Як здійснюється перевірка стійкості систем у MATLAB?
44. Які основні недоліки нелінійних систем і як вони компенсуються у реальних умовах?
45. Які переваги має частотний аналіз у порівнянні з іншими методами?
46. Як автоматизовані системи керування використовуються у сучасних технологіях, таких як робототехніка та IoT?
47. У чому полягають основні принципи синтезу систем із використанням коригувальних пристроїв?
48. Як MATLAB дозволяє проводити оптимізацію параметрів регулятора?
49. Що таке режим самоналаштування PID-регулятора, і як він реалізується в MATLAB?
50. Які основні етапи створення моделі динамічної системи у Simulink?

## 8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Poley R. Control Theory Fundamentals. – New York: CRC Press, 2020. – 320 p.
2. Asadi F. State-Space Control Systems: The MATLAB®/Simulink® Approach. – Cham: Springer, 2020. – 280 p.
3. Wang L. PID Control System Design and Automatic Tuning using MATLAB/Simulink. – New York: Springer, 2020. – 350 p.
4. Lyshevski S.E., Ayyagari R. Control Systems: Classical, Modern, and AI-Based Approaches. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – 400 p.
5. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems, 14th Edition. – London: Pearson, 2022. – 700 p.
6. Ogata K. Modern Control Engineering, 5th Edition. – London: Pearson, 2020. – 850 p.
7. Tewari A. Modern Control Design: with MATLAB and Simulink. – New York: Springer, 2020. – 450 p.
8. Tilbury D., Messner B. Control Tutorials for MATLAB and Simulink. – Online: University of Michigan, 2020. – [Web resource].
9. Кулаковський Л.Я., Босак А.В. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2019. – 280 с.
10. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2020. – 200 с.
11. Сергієнко О.В., Баранов М.П., Ковальчук А.В. Моделювання та аналіз систем автоматичного керування в MATLAB: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2021. – 300 с.

### Додаткова

12. Дмитрук А.В., Сидоренко В.П., Левченко О.М. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 220 с.
13. Криворучко С.А., Павленко І.М., Руденко В.П. Теорія автоматичного керування: Курсова робота. – Київ: НТУУ «КПІ», 2020. – 180 с.
14. Давиденко О.С., Шевченко Ю.В., Жук А.М. Теорія автоматичного керування в

задачах електроенергетики та енергозбереження: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 300 с.

## 11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

### **Електронний університет:**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>.
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnu.edu.ua/>.