

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

T7129



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій Слободян
Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Елементи і пристрої систем автоматичного керування
ELEMENTS AND DEVICES OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни

«Елементи і пристрої систем автоматичного керування»

(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

«Автоматика та робототехніка»

(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

" 11 " квітня 20 25 року. - 19 с.

Розробник: Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / PhD, асистент кафедри автоматичного керування

Розробник А. Козлов Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / PhD

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «АВТОМАТИКА ТА РОБОТОТЕХНІКА», Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, завідувач кафедри автоматичного керування

Гарант І. Білюк Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» розглянуто на засіданні кафедри автоматичного керування

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри І. Білюк Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматичного керування та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

Заступник голови С. Новогрецький Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу А. Лабарткава Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК С. Слободян Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	17
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	18
10. Рекомендовані джерела інформації	19

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Елементи і пристрої систем автоматичного керування» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти системних знань про призначення, принципи дії, характеристики та особливості застосування основних елементів сучасних систем автоматичного керування. У межах дисципліни розглядаються структура і функціональна взаємодія технічних засобів автоматизації, різновиди сигналів, вимірювальні перетворювачі та сенсори, засоби нормалізації й узгодження сигналів, комутаційні пристрої, а також електричні, пневматичні та гідравлічні виконавчі механізми.

Особлива увага приділяється аналізу статичних і динамічних характеристик елементів, оцінюванню їх точності, чутливості, надійності та експлуатаційних параметрів. Розглядаються датчики положення, переміщення, швидкості, температури, тиску і сили, інтелектуальні сенсори, релейні та безконтактні комутаційні пристрої, електромагнітні виконавчі елементи, електродвигуни, сервоприводи, крокові приводи та перетворювачі частоти. Значна увага приділяється питанням сумісності технічних засобів, стандартним промисловим сигналам, способам підключення елементів та їх взаємодії із засобами керування.

Практична складова дисципліни орієнтована на набуття навичок вибору, підключення, узгодження та налагодження елементів систем автоматичного керування, а також побудови структурних і функціональних рішень для автоматизованих та сучасних робототехнічних систем.

Ключові слова: системи автоматичного керування; технічні засоби автоматизації; сенсори; датчики; вимірювальні перетворювачі; сигнали; нормалізація сигналів; комутаційні пристрої; реле; виконавчі механізми; електропривод; сервопривод; кроковий двигун; перетворювач частоти; автоматизація; робототехнічні системи.

Abstract

The academic discipline “Elements and Devices of Automatic Control Systems” is aimed at developing students’ systematic knowledge of the purpose, operating principles, characteristics, and application features of the main elements used in modern automatic control systems. The course covers the structure and functional interaction of automation equipment, various types of signals, measuring transducers and sensors, signal conditioning and interfacing devices, switching devices, as well as electrical, pneumatic, and hydraulic actuators.

Particular attention is paid to the analysis of static and dynamic characteristics of system elements and to the assessment of their accuracy, sensitivity, reliability, and operational parameters. The course considers position, displacement, speed, temperature, pressure, and force sensors, smart sensors, relay and contactless switching devices, electromagnetic actuators, electric motors, servo drives, stepper drives, and frequency converters. Considerable attention is also given to equipment compatibility, standard industrial signals, connection methods, and interaction of system elements with control devices.

The practical component of the discipline is focused on developing skills in selecting, connecting, interfacing, and commissioning elements of automatic control systems, as well as developing structural and functional solutions for automated and modern robotic systems.

Keywords: automatic control systems; automation equipment; sensors; measuring transducers; signals; signal conditioning; switching devices; relays; actuators; electric drives; servo drives; stepper motors; frequency converters; automation; robotic systems.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 11	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		4-ий	-
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: «Моделювання та дослідження елементів і пристроїв системи автоматичного керування»		7-ий, 8-ий	-
		Лекції	
		7-ий – 30 год.; 8-ий – 30 год.	-
		Практичні	
Загальна кількість годин – 330		7-ий – 30 год.; 8-ий – 15 год.	-
		Лабораторні	
		7-ий – 15 год.; 8-ий – 15 год.	-
	Самостійна робота		
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 9; самостійної роботи студента – 13	Освітній рівень перший (бакалаврський)	195 год.: 7-ий – 45 год.; 8-ий – 150 год.	-
		Індивідуальне завдання: курсовий проєкт	
		8-ий – 90 год.	-
		Вид контролю	
		7-ий – залік; 8-ий – КП, іспит	-
		Форма контролю	
		усна, письмова	-

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- **ЗК 5.** Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- **ФК 5.** Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.
- **ФК 14.** Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру систем керування технологічними об'єктами та комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: дисципліни: вступ до спеціальності, теорія автоматичного керування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- **ПРН 8.** Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.
- **ПРН 18.** Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування та технічного обслуговування систем керування технологічними комплексами та робототехнічними системами.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Інформаційні та перетворювальні елементи систем автоматичного керування.

Змістовий модуль 1. Загальні характеристики, сигнали та первинні вимірювальні перетворювачі.

Тема 1. Загальні відомості про елементи і пристрої систем автоматичного керування. [1, с. 9–28; 3, с. 7–24; 7, с. 7–30].

Тема 2. Статичні та динамічні характеристики елементів систем автоматичного керування. [1, с. 29–45; 4, с. 35–60; 7, с. 31–40].

Тема 3. Сигнали в системах автоматичного керування. [4, с. 61–83; 5, с. 95–118; 7, с. 69–85]

Тема 4. Вимірювальні перетворювачі та сенсори систем автоматизації. [2, с. 8–30; 4, с. 231–257; 7, с. 31–68; 8, с. 13–27].

Тема 5. Резистивні та потенціометричні вимірювальні перетворювачі. [2, с. 31–43; 3, с. 39–50; 4, с. 258–279; 8, с. 15–27].

Тема 6. Тензометричні перетворювачі та датчики механічних величин. [2, с. 44–57; 3, с. 51–67; 4, с. 280–302].

Тема 7. Індуктивні та електромагнітні перетворювачі. [2, с. 58–69; 3, с. 68–82; 8, с. 27–37].

Змістовий модуль 2. Сенсорні пристрої та засоби перетворення й узгодження сигналів.

Тема 8. Ємнісні вимірювальні перетворювачі та датчики. [2, с. 70–80; 4, с. 303–317].

Тема 9. Оптичні та фотоелектричні сенсори. [2, с. 81–94; 4, с. 348–370; 8, с. 15–27].

Тема 10. Датчики температури. [2, с. 95–108; 3, с. 83–96; 4, с. 371–395].

Тема 11. Магнітні сенсори та датчики на основі ефекту Холла. [2, с. 109–119; 3, с. 97–108].

Тема 12. Датчики положення, переміщення та швидкості. [2, с. 120–139; 3, с. 109–132; 7, с. 104–112; 8, с. 37–55].

Тема 13. Інерціальні та інтелектуальні сенсори. [4, с. 396–430; 5, с. 71–94; 7, с. 69–85].

Тема 14. Засоби нормалізації, підсилення, фільтрації та гальванічної розв'язки сигналів. [4, с. 84–118; 5, с. 119–148; 7, с. 95–103; 8, с. 89–108].

Тема 15. Аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення сигналів. [4, с. 119–151; 5, с. 149–164; 8, с. 156–174].

Модуль 2. Комутаційні, керуючі та виконавчі пристрої систем автоматичного керування

Змістовий модуль 3. Комутаційні та електромагнітні пристрої систем керування

Тема 16. Контактні комутаційні елементи систем автоматичного керування. [3, с. 156–170; 6, с. 185–218; 8, с. 37–40].

Тема 17. Електромагнітні реле. [3, с. 171–184; 6, с. 107–160; 7, с. 165–188; 8, с. 142–155].

Тема 18. Контактори та електромагнітні пускачі. [6, с. 219–267; 9, с. 633–660].

Тема 19. Безконтактні комутаційні пристрої. [5, с. 207–215; 6, с. 268–302; 7, с. 181–188].

Тема 20. Електромагнітні виконавчі пристрої. [3, с. 185–198; 5, с. 215–217].

Тема 21. Засоби захисту та електричної безпеки кіл автоматичного керування. [6, с. 303–348; 9, с. 661–696].

Тема 22. Інтерфейс дискретних елементів із програмованими контролерами. [5, с. 241–277; 7, с. 158–188; 8, с. 156–200].

Змістовий модуль 4. Виконавчі механізми та приводи систем автоматичного керування

Тема 23. Загальні принципи побудови виконавчих механізмів систем автоматичного керування. [1, с. 187–215; 3, с. 185–205; 5, с. 165–186; 7, с. 113–120].

Тема 24. Електродвигуни постійного струму як виконавчі елементи. [3, с. 206–219; 5, с. 217–225; 9, с. 285–348; 10, с. 89–146].

Тема 25. Асинхронні електродвигуни в системах автоматичного керування. [7, с. 139–141; 9, с. 377–470; 10, с. 147–230].

Тема 26. Крокові електроприводи. [5, с. 227–234; 7, с. 142–157; 10, с. 443–476].

Тема 27. Сервоприводи систем автоматизації та робототехніки. [5, с. 217–237; 9, с. 553–601].

Тема 28. Перетворювачі частоти та електронні пристрої керування електроприводами. [7, с. 203–213; 9, с. 697–750; 10, с. 41–87, 231–298].

Тема 29. Пневматичні та гідравлічні виконавчі пристрої. [1, с. 216–257; 5, с. 165–186; 7, с. 113–120; 8, с. 109–128].

Тема 30. Вибір, узгодження та інтеграція елементів у системах автоматичного керування. [1, с. 258–286; 3, с. 220–227; 5, с. 559–612; 7, с. 198–213; 10, с. 477–495].

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Інформаційні елементи систем автоматичного керування										
Змістовий модуль 1. Вимірювальні перетворювачі та сигнали										
Тема 1. Елементи систем автоматичного керування.	5	2	-	-	3	-	-	-	-	-
Тема 2. Характеристики елементів систем керування.	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-
Тема 3. Сигнали в системах автоматичного керування.	10	2	3	-	5	-	-	-	-	-
Тема 4. Вимірювальні перетворювачі та сенсори.	6	2	-	1	3	-	-	-	-	-
Тема 5. Резистивні та потенціометричні перетворювачі.	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-
Тема 6. Тензометричні перетворювачі.	9	2	3	1	3	-	-	-	-	-
Тема 7. Індуктивні та електромагнітні перетворювачі.	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	14	15	8	23	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Сенсори та перетворення сигналів										
Тема 8. Ємнісні перетворювачі та датчики.	9	2	3	1	3	-	-	-	-	-
Тема 9. Оптичні та фотоелектричні сенсори.	7	2	-	2	3	-	-	-	-	-
Тема 10. Датчики температури.	9	2	3	1	3	-	-	-	-	-
Тема 11. Магнітні сенсори та датчики Холла.	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 12. Датчики положення, переміщення та швидкості.	9	2	3	1	3	-	-	-	-	-
Тема 13. Інерціальні та інтелектуальні сенсори.	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 14. Обробка та узгодження сигналів.	9	2	3	2	2	-	-	-	-	-
Тема 15. Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення.	9	2	3	1	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	16	15	8	21	-	-	-	-	-
Модуль 2. Керуючі та виконавчі пристрої систем автоматичного керування										
Змістовий модуль 3. Комутаційні та електромагнітні пристрої										
Тема 16. Контактні комутаційні елементи.	9	2	-	2	5	-	-	-	-	-
Тема 17. Електромагнітні реле.	11	2	3	1	5	-	-	-	-	-
Тема 18. Контактори та електромагнітні пускачі.	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 19. Безконтактні комутаційні пристрої.	7	2	-	-	5	-	-	-	-	-
Тема 20. Електромагнітні виконавчі пристрої.	8	2	-	2	4	-	-	-	-	-
Тема 21. Засоби захисту кіл керування.	9	2	2	-	5	-	-	-	-	-
Тема 22. Інтерфейс дискретних елементів із контролерами.	6	2	-	1	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	60	14	8	8	30	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 4. Виконавчі механізми та електроприводи										
Тема 23. Виконавчі механізми систем керування.	6	2	-	-	4	-	-	-	-	-
Тема 24. Електродвигуни постійного струму.	7	2	-	-	5	-	-	-	-	-
Тема 25. Асинхронні електродвигуни.	8	2	3	-	3	-	-	-	-	-
Тема 26. Крокові електроприводи.	9	2	2	2	3	-	-	-	-	-
Тема 27. Сервоприводи.	8	2	-	1	5	-	-	-	-	-
Тема 28. Перетворювачі частоти.	9	2	2	2	3	-	-	-	-	-
Тема 29. Пневматичні та гідравлічні пристрої.	6	2	-	1	3	-	-	-	-	-
Тема 30. Вибір та інтеграція елементів систем керування.	7	2	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	60	16	7	6	31	-	-	-	-	-
ІНДЗ (КР/КП)	90	-	-	-	90	-	-	-	-	-
<i>Усього годин</i>	330	60	45	30	195	-	-	-	-	-
<i>Разом за курсом</i>	330	60	45	30	195	-	-	-	-	-

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Модуль 1. Інформаційні елементи систем автоматичного керування			
Змістовий модуль 1. Вимірювальні перетворювачі та сигнали			
1	Розрахунок основних статичних характеристик елементів систем автоматичного керування [1, с. 29–45; 4, с. 35–60]	3	-
2	Аналіз та перетворення сигналів у системах автоматичного керування [4, с. 61–83; 7, с. 69–85]	3	-
3	Розрахунок параметрів резистивних і потенціометричних вимірювальних перетворювачів [2, с. 31–43; 3, с. 39–50]	3	-
4	Розрахунок тензометричних перетворювачів і вимірювальних мостів [2, с. 44–57; 4, с. 280–302]	3	-
5	Вибір індуктивних і електромагнітних датчиків для систем автоматизації [2, с. 58–69; 8, с. 27–37]	3	-
Змістовий модуль 2. Сенсори та перетворення сигналів			
6	Розрахунок і вибір ємнісних вимірювальних перетворювачів [2, с. 70–80; 4, с. 303–317]	3	-
7	Вибір оптичних сенсорів та енкoderів за технічними характеристиками [2, с. 81–94, 120–139; 7, с. 104–112]	3	-
8	Розрахунок параметрів температурних вимірювальних каналів [2, с. 95–108; 4, с. 371–395]	3	-
9	Розрахунок схем нормалізації, підсилення та фільтрації сигналів датчиків [4, с. 84–118; 7, с. 95–103]	3	-
10	Розрахунок параметрів аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення [4, с. 119–151; 5, с. 149–164]	3	-
Модуль 2. Керуючі та виконавчі пристрої систем автоматичного керування			
Змістовий модуль 3. Комутаційні та електромагнітні пристрої			
11	Розрахунок і вибір електромагнітних реле та контакторів [6, с. 107–160, 219–267; 7, с. 165–188]	3	-
12	Розробка контактно-релейних схем керування електроприводом [6, с. 185–267; 9, с. 633–660]	3	-
13	Вибір засобів захисту та комутації кіл автоматичного керування [6, с. 268–348; 9, с. 661–696]	2	-
Змістовий модуль 4. Виконавчі механізми та електроприводи			
14	Розрахунок і вибір електродвигуна як виконавчого елемента системи керування [5, с. 217–227; 9, с. 285–470; 10, с. 89–230]	3	-
15	Розрахунок параметрів крокового та сервопривода [5, с. 227–237; 7, с. 142–157; 10, с. 347–476]	2	-
16	Вибір та узгодження перетворювача частоти з асинхронним електродвигуном [7, с. 203–213; 9, с. 697–750; 10, с. 231–298]	2	-
	Разом	45	-

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Модуль 1. Інформаційні елементи систем автоматичного керування			
1	Дослідження статичних характеристик вимірювальних перетворювачів і сенсорів [2, с. 8–30; 7, с. 31–40]	3	-
2	Дослідження резистивних і тензометричних вимірювальних перетворювачів [2, с. 31–57; 4, с. 258–302]	3	-
3	Дослідження індуктивних і ємнісних датчиків наближення та переміщення [2, с. 58–80; 8, с. 27–37]	3	-
4	Дослідження оптичних датчиків та енкодерів у системах автоматичного керування [2, с. 81–94, 120–139; 7, с. 104–112]	3	-
5	Дослідження засобів нормалізації та аналого-цифрового перетворення сигналів датчиків [4, с. 84–151; 7, с. 95–103]	3	-
Модуль 2. Керуючі та виконавчі пристрої систем автоматичного керування			
1	Дослідження електромагнітних реле та контактних комутаційних пристроїв [6, с. 107–160, 185–218; 7, с. 165–188]	3	-
2	Дослідження контакторних схем керування асинхронним електродвигуном [6, с. 219–267; 9, с. 633–660]	3	-
3	Дослідження дискретних датчиків і виконавчих пристроїв при підключенні до програмованого контролера [5, с. 241–277; 7, с. 158–188]	3	-
4	Дослідження крокового та сервопривода систем автоматичного керування [5, с. 217–237; 7, с. 142–157; 10, с. 347–410, 443–476]	3	-
5	Дослідження частотно-регульованого асинхронного електропривода [7, с. 203–213; 9, с. 697–750; 10, с. 231–298]	3	-
	Разом	30	-

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);**
- підготовка до практичних занять – **1-2 год/1 заняття;**
- підготовка до лабораторних робіт – **2-3 год/1 робота;**
- підготовка до контрольних заходів – **(15-30) год. на 1 захід.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекцій	30	-
2	Підготовка до лабораторних робіт	20	-
3	Підготовка до практичних робіт	26	-
7	Підготовка до іспиту	29	-
8	Виконання курсового проєкту	90	-
	Разом	195	-

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсовий проєкт. Тема: «Моделювання та дослідження елементів і пристроїв системи автоматичного керування».

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- робота з літературою;
- дискусія;
- лекція;
- бесіда;
- ілюстрування;
- лабораторна робота;
- практична робота;
- фронтальне опитування;
- контрольні роботи;
- лабораторний контроль;
- пояснювально-ілюстративний метод;
- репродуктивний метод;
- дослідницький.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- іспити;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- завдання на лабораторному обладнанні.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту (за його наявності). У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів (у разі відсутності заключного іспиту). Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту (при його наявності) в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту (за його наявності).

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, практичному/лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних/практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання*

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін і самостійно. Чітко сформульовані мета та завдання дослідження. Коректно виконані необхідні розрахунки, вимірювання або моделювання, правильно опрацьовані отримані результати. Звіт оформлений відповідно до вимог, висновки повні та обґрунтовані.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу переважно самостійно, за необхідності після консультації викладача; правильно виконує основні операції та обробку результатів. Звіт у цілому відповідає вимогам, у висновках можливі незначні неточності.
3	Робота виконана з окремими помилками або з порушенням установлених термінів. Студент виконує завдання за інструкцією та за допомогою викладача. Під час обробки результатів і оформлення звіту допущені неточності, висновки недостатньо обґрунтовані.
1-2	Робота виконана частково або з суттєвими помилками. Студент виконує основні операції лише під керівництвом викладача. Звіт містить значні неточності, результати опрацьовані неповно, висновки поверхові або помилкові.
0	Робота не виконувалася або звіт не подано.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 25 балів (5 робіт по 5 балів).

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін і самостійно. Студент правильно визначає вихідні дані, обирає необхідні методи та формули, виконує розрахунки без суттєвих помилок, обґрунтовує вибір елементів системи автоматичного керування. Результати оформлені відповідно до вимог, висновки повні та логічні.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент правильно виконує основну частину розрахунків, у цілому коректно обирає елементи та параметри системи, але допускає незначні неточності. Звіт оформлений належним чином, висновки в основному відповідають отриманим результатам.
3	Робота виконана з окремими помилками або з порушенням установлених термінів. Студент виконує розрахунки за запропонованим алгоритмом і за допомогою викладача. Допущені неточності у виборі формул, параметрів або елементів системи, висновки недостатньо обґрунтовані.
1-2	Робота виконана частково або містить суттєві помилки. Студент виконує лише окремі розрахунки за готовими формулами та потребує постійної допомоги викладача. Вибір елементів системи недостатньо обґрунтований, звіт містить значні неточності, висновки неповні.
0	Робота не виконувалася або звіт не подано.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 25 балів (5 робіт по 5 балів).

Приклад оцінювання за виконання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи повністю відповідає обраній темі; чітко сформульовані мета і завдання роботи; виконано обґрунтований вибір елементів і пристроїв системи автоматичного керування; наведено необхідні математичні залежності, розрахунки та характеристики. Розроблено коректну структурну та імітаційну модель системи, проведено дослідження її режимів роботи, виконано аналіз отриманих результатів. Використано сучасні джерела інформації, посилання оформлено відповідно до вимог. Висновки повністю відповідають поставленим завданням. Робота виконувалася систематично та вчасно подавалася на перевірку керівнику.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; мета і завдання сформульовані правильно; вибір основних елементів системи обґрунтований. Розрахунки та модель виконані коректно, але містять окремі несуттєві недоліки. Проведено дослідження основних режимів роботи та аналіз результатів. Висновки відповідають поставленим завданням. Робота виконувалася несистематично або подавалася на перевірку з незначним порушенням встановленого графіка.
	30	Зміст роботи в цілому відповідає темі, але аналіз елементів системи та обґрунтування їх вибору мають недостатню глибину. Розрахунки та модель містять окремі помилки або неточності, які суттєво не впливають на загальні результати.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		Досліджено лише основні режими роботи системи. Аналіз результатів і висновки недостатньо обґрунтовані. Робота подана на перевірку з порушенням встановленого графіка.
	20	Робота оформлена відповідно до основних вимог, однак розрахункова та дослідницька частини виконані неповно. Вибір елементів системи недостатньо обґрунтований, модель містить окремі суттєві недоліки. Аналіз результатів поверховий, матеріал викладено непослідовно. Основні завдання роботи розкриті частково, висновки сформульовано недостатньо чітко.
	15	Студент відтворює основні теоретичні положення за темою роботи та частково виконує необхідні розрахунки. Модель системи спрощена або виконана неповно, дослідження режимів роботи має фрагментарний характер. Вибір елементів недостатньо обґрунтований. Значна частина помилок виправляється лише за допомогою керівника.
	5	Робота має переважно описовий характер, практично не містить обґрунтованих розрахунків і досліджень. Вибір елементів системи не обґрунтований, працездатна модель відсутня або не відповідає поставленому завданню. Аналіз результатів і змістовні висновки відсутні. Робота не відповідає основним вимогам до курсового проєкту.
Ілюстративна частина	20	Ілюстративна частина логічно організована та повністю відображає основні результати роботи. Наведено структурні або функціональні схеми, модель системи, характеристики, графіки перехідних процесів і результати досліджень. Матеріали якісно оформлені, добре читаються та безпосередньо використовуються під час доповіді.
	15	Ілюстративна частина в цілому повно відображає результати роботи та містить основні схеми, моделі й графіки. Допущені незначні недоліки в оформленні або під час доповіді на окремі матеріали не наведено достатніх пояснень.
	10	Ілюстративні матеріали відображають лише основну частину виконаної роботи, окремі схеми або графіки відсутні чи недостатньо інформативні. Є зауваження до якості оформлення та логічності представлення результатів.
	5	Ілюстративна частина неповна, матеріали мають низьку якість або майже не відображають результати розрахунків і моделювання. Під час доповіді студент практично не використовує представлені схеми, графіки та результати досліджень.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає мету, основні етапи і результати роботи, впевнено обґрунтовує вибір елементів і пристроїв системи автоматичного керування, пояснює розроблену модель та отримані характеристики. Демонструє глибоке розуміння матеріалу, вільно використовує ілюстративні матеріали та дає повні й аргументовані відповіді на всі запитання.
	35	Студент чітко викладає основні результати роботи,

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		правильно пояснює принципи роботи обраних елементів і розробленої моделі, дає правильні відповіді на запитання, але допускає окремі неточності або не завжди достатньо аргументує прийняті рішення.
	30	Студент достатньо повно викладає основні результати, розуміє принципи роботи досліджуваної системи та може пояснити більшість виконаних розрахунків і результатів моделювання, але допускає неточності у відповідях на окремі запитання.
	25	Студент викладає основні результати роботи, але допускає суттєві неточності при поясненні вибору елементів, розрахунків або результатів моделювання. Відповіді на запитання не завжди достатньо обґрунтовані.
	20	Студент неупорядковано викладає основні результати роботи, демонструє часткове розуміння виконаних розрахунків і моделі, намагається відповідати на запитання та аргументувати прийняті технічні рішення.
	15	Студент фрагментарно викладає результати роботи, недостатньо орієнтується у принципах роботи обраних елементів та особливостях розробленої моделі. Відповіді на запитання неповні, поверхові та недостатньо обґрунтовані.
	10	Студент демонструє задовільне знання окремих положень роботи, але не може впевнено пояснити виконані розрахунки, результати моделювання або обґрунтувати вибір основних елементів системи. На додаткові запитання відповідає частково.
	5	Студент не може послідовно викласти основні результати роботи, не пояснює прийняті технічні рішення та отримані результати, не спроможний дати змістовні відповіді на поставлені запитання й аргументувати положення роботи.

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	5x5 бали = 25 балів	-
Виконання лабораторних робіт	5x5 балів = 25 балів	-
Поточний модульний контроль	1x10 балів = 10 балів	-
Всього	60	-

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1	Лабораторна робота № 1	5	-	-
	T2	Практична робота № 1	5	-	-
ЗМ2	T3	Лабораторна робота № 2	5	-	-
	T4	Практична робота № 2	5	-	-
	T5	Лабораторна робота № 3	5	-	-
	T6	Практична робота № 3	5	-	-
ЗМ3	T7	Лабораторна робота № 4	5	-	-
	T8	Практична робота № 4	5	-	-
ЗМ4	T9	Лабораторна робота № 5	5	-	-
	T10	Практична робота № 5	5	-	-
ПМК		Тест	10	-	-
Підсумковий контроль		Іспит	40	-	-
Сума			100	-	-

Критерії оцінювання курсового проєкту (роботи)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

Критерії оцінювання заліку

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерії оцінювання
10	Відповідь повна, правильна та логічно побудована. Студент впевнено пояснює призначення, принцип дії та характеристики елементів і пристроїв систем автоматичного керування, правильно використовує терміни, формули та схеми, наводить обґрунтовані приклади застосування.
8-9	Відповідь правильна та достатньо повна. Студент добре розуміє основні положення теми, правильно пояснює принципи роботи та характеристики елементів, але допускає окремі несуттєві неточності.
6-7	Відповідь у цілому правильна, але неповна. Студент розуміє основні поняття та принципи роботи, однак допускає окремі помилки у формулах, характеристиках або поясненні взаємозв'язків між елементами системи.
4-5	Студент відтворює основні положення теми, але відповідь недостатньо повна та систематизована. Допускаються суттєві неточності у термінології, формулах або поясненні принципів роботи.
2-3	Відповідь фрагментарна. Студент демонструє лише окремі знання з теми, допускає значні помилки та не може повно пояснити принцип роботи або характеристики відповідного елемента чи пристрою.
1	Студент має лише загальне уявлення про зміст питання, наводить окремі правильні положення, але не може пояснити їх зміст або практичне застосування.
0	Відповідь відсутня або неправильна. Студент не володіє основними поняттями та положеннями питання.

Критерії оцінювання іспиту

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерії оцінювання
10	Відповідь повна, правильна, логічно структурована та аргументована. Студент демонструє глибоке розуміння принципів роботи елементів і пристроїв систем автоматичного керування, правильно використовує терміни, формули, характеристики та схеми, обґрунтовує вибір технічних рішень і може навести відповідні приклади застосування.
8-9	Відповідь правильна та достатньо повна. Студент добре розуміє матеріал, правильно пояснює основні принципи, характеристики та залежності, але допускає окремі несуттєві неточності або неповністю обґрунтовує окремі положення.
6-7	Відповідь у цілому правильна, але має неповний характер. Студент демонструє розуміння основних положень теми, проте допускає окремі помилки у формулах, характеристиках, схемах або поясненні принципів роботи елементів системи.
4-5	Студент відтворює основні положення теми, але відповідь недостатньо повна та систематизована. Є суттєві неточності у термінології, формулах або поясненні принципів роботи. Для правильного розкриття питання потребує уточнювальних запитань викладача.
2-3	Відповідь фрагментарна. Студент демонструє лише окремі знання з теми, допускає значні помилки, не може пояснити основні залежності, характеристики або принцип роботи розглянутого елемента чи пристрою.
1	Студент демонструє лише поверхове уявлення про зміст питання, наводить окремі правильні визначення або положення, але не може пояснити їх зміст та практичне застосування.
0	Відповідь відсутня або повністю неправильна. Студент не володіє основними поняттями та положеннями питання.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Електронний навчально-методичний комплекс дисципліни: конспекти лекцій, презентаційні матеріали, навчальні посібники та довідкові матеріали.

2. Методичні вказівки та інструкції до виконання лабораторних, практичних робіт і курсового проєкту в електронному вигляді.

3. Програмне забезпечення для моделювання та дослідження елементів і пристроїв систем автоматичного керування, аналізу сигналів та характеристик технічних засобів автоматизації.

4. Лабораторні стенди для дослідження вимірювальних перетворювачів, сенсорів, релейно-контакторної апаратури, електромагнітних пристроїв та електроприводів.

5. Персональні комп'ютери для виконання розрахункових завдань, моделювання, обробки результатів експериментів і виконання курсового проєкту.

6. Вимірювальні прилади та допоміжне лабораторне обладнання: мультиметри, джерела живлення, вимірювальні модулі, з'єднувальні кабелі та комутаційні елементи.

7. Засоби підключення, конфігурування та налагодження технічних засобів автоматизації: інтерфейсні модулі, програматори, перетворювачі інтерфейсів і діагностичні засоби.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Савицький В. К., Федоришин Р. М. Технічні засоби автоматизації : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 292 с.
2. Ткачов В. В., Стаднік М. І., Шевченко В. І., Козарь М. В., Карпенко О. В. Технічні засоби автоматизації : у 2 ч. Ч. 1. Сенсорна техніка : підручник. 2-ге вид., доповн. та переробл. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. 144 с.
3. Машін В. М., Цацко В. І. Елементи автоматики : навчальний посібник. Одеса : Одеський національний морський університет, 2021.
4. Morris A. S., Langari R. Measurement and Instrumentation: Theory and Application. 3rd ed. Academic Press, 2020. 736 p.
5. Bolton W. Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. 6th ed. Pearson Education, 2015. 664 p.

Допоміжна література

6. Жорняк Л. Б., Антонова М. В., Василевський В. В. Електричні апарати автоматики та керування : навчальний посібник. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. 414 с.
7. Діордієв В. Т., Кашкарьов А. О., Дубініна С. В., Новіков Г. В. Засоби автоматизації електротехнічних комплексів : навчальний посібник. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2020. 220 с.
8. Воробйова О. М., Флейта Ю. В. Технічні засоби автоматизації : навчальний посібник. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. 208 с.
9. Wildi T. Electrical Machines, Drives and Power Systems. 6th ed. Pearson, 2014.
10. Hughes A., Drury B. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications. 5th ed. Newnes, 2019. 496 p.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Siemens Industry Online Support – технічна документація щодо засобів автоматизації, сенсорів, комутаційної апаратури та електроприводів. <https://support.industry.siemens.com/>
2. Schneider Electric – технічна документація та каталоги засобів автоматизації, комутаційних пристроїв, реле, контакторів і перетворювачів частоти. <https://www.se.com/>
3. Festo – інформаційні матеріали та технічна документація з пневматичних і електромеханічних виконавчих пристроїв, сенсорів та систем автоматизації. <https://www.festo.com/>
4. Analog Devices – технічна документація щодо сенсорів, вимірювальних перетворювачів, підсилювачів, АЦП, ЦАП та засобів обробки сигналів. <https://www.analog.com/>
5. National Instruments – інформаційні матеріали з вимірювальних систем, збору, перетворення та обробки сигналів у системах автоматизації. <https://www.ni.com/>