

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету
інформаційних технологій
І. М. Болбот
2026 р.



"СХВАЛЕНО"

на засіданні кафедри комп'ютерних
систем, мереж та кібербезпеки
протокол № 13 від «2» 06 2026 р.

завідувача кафедри
Д. Ю. Касаткін

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОІП «Робототехніка»
(проф. Ігор Болбот)

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

"Програмування робототехнічних та вбудованих систем"

Галузь знань G - Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G7 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

Освітньо-професійна програма - «Робототехніка»

Факультет інформаційних технологій

Розробники:

Ромашук Олександр Миколайович, доктор філософії, асистент кафедри
комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки.

Болбот Ігор Михайлович, доктор технічних наук, професор, декан
факультету інформаційних технологій

Київ – 2026

Опис навчальної дисципліни

Дисципліна "Програмування робототехнічних та вбудованих систем" присвячена вивченню принципів побудови, функціонування та застосування сучасних роботизованих систем у промисловості, науці, медицині, військовій сфері та повсякденному житті.

У межах курсу розглядаються основні компоненти робототехнічних комплексів, зокрема сенсори, приводи, системи управління, програмне забезпечення, а також методи взаємодії між окремими елементами комплексу. Значну увагу приділено питанням автономності роботів, систем штучного інтелекту, машинного навчання, комп'ютерного зору та навігації.

Дисципліна забезпечує студентів як теоретичними знаннями, так і практичними навичками розробки, моделювання та експлуатації робототехнічних систем. Студенти опановують інструменти для програмування роботів, моделювання середовищ, аналізу та оптимізації руху, що є необхідним для створення ефективних рішень у сфері автоматизації.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<u>магістр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітньо-професійна програма	Робототехніка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	+	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	40 год.	
Практичні заняття	—	
Лабораторні заняття	60 год.	
Самостійна робота	80 год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	20 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Дисципліна "Програмування робототехнічних та вбудованих систем" є обов'язковою навчальною дисципліною спеціальності – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка у вищих закладах освіти при підготовці фахівців освітнього рівня "Магістр".

Місце дисципліни в реалізації основних завдань освітньої професійної програми (ОПП).

Серед основних завдань освітньої професійної програми необхідно виділити такі, як: вивчення операційних систем управління, аналіз можливостей різних кінематичних схем роботів, розуміння принципів функціонування електричних приводів, аналіз можливостей різних типів обчислювальних систем, розуміння принципів функціонування та робота з різними типами датчиків робототехнічних комплексів, розуміння принципів функціонування системи управління, розробка алгоритмів керування для найпростішого колісного робота, використання зворотного зв'язку в контурі управління, придбання базових навичок програмування низького рівня, програмна реалізація алгоритмів керування з використанням готових бібліотек, доробка та налагодження реалізованих алгоритмів за результатами експериментальних даних, оцінка якості реалізованих алгоритмів. Завдяки вивчення вищевказаних питань, студент здобуває знання та навички, необхідні для вивчення інших, більш спеціалізованих професійних дисциплін, а також набуває навик розробки і дослідження реального найпростішого робототехнічного комплексу в цілому.

Місце дисципліни в забезпеченні освітніх інтересів особистості студента з даної ОПП.

Дисципліна є одним з основних теоретико-практичних курсів з майбутньої спеціальності і дозволяє студенту освоїти мову теорії і практики розробки робототехнічних комплексів, скласти уявлення про зміст майбутньої спеціальності і представити своє місце в майбутній праці.

Місце дисципліни в задоволенні вимог замовників випускників університету даної ОПП.

Оскільки в процесі навчання студент отримує базові навички користування операційними системами та алгоритмічної розробки управління та програмної реалізації низького рівня для робототехнічних комплексів з різними сенсорними системами, то його резюме зацікавить багатьох замовників.

Зазначене вище обумовлює необхідність ознайомлення студентів, що навчаються спеціальності Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, з основами і тенденціями розвитку теорії і практики реалізації робототехнічних систем.

Мета викладання курсу

Мета курсу "Програмування робототехнічних та вбудованих систем" полягає у вивченні студентами базових принципів програмування робототехнічних комплексів та отримання ними практичних навичок щодо вирішення конкретних завдань організації управління роботом.

Завдання курсу

В результаті вивчення дисципліни " Програмування робототехнічних та вбудованих систем " студент повинен:

- мати поняття про систему управління;
- знати основні типи апаратного забезпечення роботів;
- знати основні типи датчиків робототехнічних комплексів і принципів їх функціонування;
- мати знання роботи з датчиками
- мати базові знання програмування робототехнічних систем.

Набуття компетентностей.

Відповідно до освітньої програми підготовки фахівців за спеціальністю Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології навчальна дисципліна забезпечує формування фахових компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і суперечливістю вимог.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

фахові (спеціальні) компетентності (СК):

СК 7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

СК 8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережових та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК 9. Здатність застосовувати спеціальні знання для створення ефективних систем автоматизації та робототехніки для складних біотехнічних об'єктів, на основі інтелектуальних методів управління та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 6. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

ПРН 9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та

організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

2.

Програма та структура навчальної дисципліни:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	тижні	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Програмування та архітектура робототехнічних систем												
Тема 1. Вступ до робототехніки, класифікація робіт, архітектура сучасних робототехнічних систем та сфери їх застосування.	1	2		4		15						
Тема 2. Сенсорні системи робіт.	1	2		4								
Тема 3. Виконавчі механізми, програмування сервоприводів, крокових двигунів та двигунів постійного струму. ШІМ-керування та драйвери двигунів.	2	2		4								
Тема 4. Основи кінематики робіт, пряма та обернена задачі кінематики для маніпуляторів і мобільних колісних платформ.	2	2		4		4						
Тема 5. Алгоритми автоматичного керування, практична	3	2		4		3						

реалізація та налаштування.												
Тема 6. Навігація та планування траєкторії, алгоритми пошуку шляху в просторі та обходу перешкод у реальному часі.	3	2		4		3						
Тема 7. Комп'ютерний зір у робототехніці, обробка зображень, детекція об'єктів, ліній та маркерів.	4	4		6		15						
Тема 8. Локалізація та картографування, основи концепції SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) та об'єднання даних із різних датчиків.	5	2		2								
Тема 9. Групова робототехніка та безпілотники.	5	2		2								
Разом за змістовим модулем 1	5	20		34		40						
Змістовий модуль 2. Розробка та оптимізація вбудованих систем												
Тема 1. Архітектура вбудованих систем	6	2		2		10						
Тема 2. Периферійні модулі мікроконтролерів, програмування цифрових входів/виходів.	6	2		4								
Тема 3. Апаратні переривання, таймери та лічильники.	7	4		6		15						
Тема 4. Обробка аналогових сигналів, робота з АЦП (ADC) та ЦАП (DAC).	8	2		4								
Тема 5. Прямий доступ до пам'яті (DMA): концепція розвантаження	8	2		4								

центрального процесора при передачі великих масивів даних між периферією та RAM.												
Тема 6. Дротові інтерфейси зв'язку у вбудованих системах. Програмування та конфігурація протоколів передачі.	9	2		2		15						
Тема 7. Енергоефективність вбудованих систем.	9	2		2								
Тема 8. Проєктування та інтеграція комплексних робототехнічних систем	10	4		2								
Разом за змістовим модулем 2	5	20		26		40						
Усього годин		40		60		80						

3.

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до робототехніки, класифікація роботів, архітектура сучасних робототехнічних систем та сфери їх застосування.	2
2	Сенсорні системи роботів.	2
3	Виконавчі механізми, програмування сервоприводів, крокових двигунів та двигунів постійного струму. ШІМ-керування та драйвери двигунів.	2
4	Основи кінематики роботів, пряма та обернена задачі кінематики для маніпуляторів і мобільних колісних платформ.	2
5	Алгоритми автоматичного керування, практична реалізація та налаштування.	2
6	Навігація та планування траєкторії, алгоритми пошуку шляху в просторі та обходу перешкод у реальному часі.	2
7	Комп'ютерний зір у робототехніці, обробка зображень, детекція об'єктів, ліній та маркерів.	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
8	Локалізація та картографування, основи концепції SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) та об'єднання даних із різних датчиків.	2
9	Групові робототехніка та безпілотники.	2
10	Архітектура вбудованих систем	2
11	Периферійні модулі мікроконтролерів, програмування цифрових входів/виходів.	2
12	Апаратні переривання, таймери та лічильники.	4
13	Обробка аналогових сигналів, робота з АЦП (ADC) та ЦАП (DAC).	2
14	Прямий доступ до пам'яті (DMA): концепція розвантаження центрального процесора при передачі великих масивів даних між периферією та RAM.	2
15	Дротові інтерфейси зв'язку у вбудованих системах. Програмування та конфігурація протоколів передачі.	2
16	Енергоефективність вбудованих систем.	2
17	Проектування та інтеграція комплексних робототехнічних систем	4
Разом		40

4.

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи з 3D друком на 3D-принтері Bambu Lab P1S Combo	4
2	Програмування Keyestudio 4WD Multi BT Robot Car	4
3	Програмування та наліз кінематики та проходимості колісних робоплатформ в умовах складного рельєфу на прикладі HPK Ratel S».	4
4	Дослідження архітектури та алгоритмів високорівневого керування мобільним робоплатформами на прикладі чотириноного робота Unitree Go2 у середовищі ROS2».	4
5	Розробка системи візуального відстеження об'єктів та обходу перешкод автономним роботом Unitree Go2».	4
6	Початок роботи із роботизованим комплексом Dobot MG 400	2
7	Автоматизована палетизація об'єктів з використанням колаборативного робота Dobot MG 400	4

8	Автоматизована збірка деталей з використанням колаборативного робота	4
9	Автоматизована тривимірна (3D) палетизація об'єктів з використанням колаборативного робота	4
10	Конфігурація апаратних переривань та таймерів у вбудованих системах	2
11	Обробка аналогових сигналів та реалізація цифрової фільтрації	4
12	Програмування промислових протоколів та низькорівневих інтерфейсів зв'язку	4
13	Мережева інтеграція та сокет-програмування у вбудованих системах	4
14	Розробка багатозадачного ПЗ для робототехнічних систем на базі RTOS	4
15	Розробка вбудованого TCP/IP клієнта на Raspberry Pi для дистанційного керування коботом Dobot MG400	4
16	Створення асинхронного диспетчера завдань на Raspberry Pi для синхронізації роботи з периферійними пристроями	4
Разом		60

5.

Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кінематичний аналіз та моделювання роботів-маніпуляторів за методом Денавіта-Хартенберга	15
2	Проектування та розрахунок цифрового ПІД-регулятора для стабілізації швидкості привода	15
3	Аналіз завадозахищеності та парсинг пакетів телеметрії у робототехнічних комплексах	15
4	Розробка мережевого API для міжпроцесорної взаємодії в ОС Linux за допомогою сокетів	15
5	Аналіз механізмів розподілу ресурсів та планування завдань в FreeRTOS	20

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

7. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності.

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Програмування та архітектура робототехнічних систем		
ЛР1 Основи роботи з 3D друком на 3D-принтері Bambu Lab P1S Combo	ПРН 6. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів.	6
ЛР2 Програмування Keyestudio 4WD Multi BT Robot Car		6
ЛР3 Програмування та наліз кінематики та проходимості колісних робоплатформ в умовах складного рельєфу на прикладі НРК Ratel S».	ПРН 9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.	7
ЛР4 Дослідження архітектури та алгоритмів високорівневого керування мобільним робоплатформами на прикладі чотириноного робота Unitree Go2 у середовищі ROS2».		6
ЛР5 Розробка системи візуального відстеження об'єктів та обходу перешкод автономним роботом Unitree Go2».	ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційнотехнічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	6
ЛР6 Початок роботи із роботизованим комплексом Dobot MG 400		7
ЛР7 Автоматизована палетизація об'єктів з використанням колаборативного робота Dobot MG 400		8
ЛР8 Автоматизована збірка деталей з використанням колаборативного робота		8
ЛР9 Автоматизована тривимірна (3D) палетизація об'єктів з використанням колаборативного робота.		8

CP1 Кінематичний аналіз та моделювання роботів-маніпуляторів за методом Денавіта-Хартенберга		4
CP2 Проектування та розрахунок цифрового ПД-регулятора для стабілізації швидкості привода		4
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Розробка та оптимізація вбудованих систем		
LP10 Конфігурація апаратних переривань та таймерів у вбудованих системах	ПРН 6. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів. ПРН 9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом. ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	10
LP11 Обробка аналогових сигналів та реалізація цифрової фільтрації		6
LP12 Програмування промислових протоколів та низькорівневих інтерфейсів зв'язку		10
LP13 Мережева інтеграція та сокет-програмування у вбудованих системах		6
LP14 Розробка багатозадачного ПЗ для робототехнічних систем на базі RTOS		6
LP15 Розробка вбудованого TCP/IP клієнта на Raspberry Pi для дистанційного керування коботом Dobot MG400		10
LP16 Створення асинхронного диспетчера завдань на Raspberry Pi для синхронізації роботи з периферійними пристроями		10
CP3 Аналіз завадозахищеності та парсинг пакетів телеметрії у робототехнічних комплексах		4
CP4 Розробка мережевого API для міжпроцесорної взаємодії в ОС Linux за допомогою сокетів		4
CP5 Аналіз механізмів розподілу ресурсів та планування завдань в FreeRTOS		4
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0.7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти.

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
	екзаменів
90-100	Відмінно
74-89	Добре
60-73	Задовільно
0-59	Незадовільно

8.3. Політика оцінювання.

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором ННІ)

9 Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5763>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10 Рекомендовані джерела інформації

1. Блозва А.І., Болбот І.М., Волошин С.М., Касаткін Д.Ю., Лахно В.А., Матус Ю.В. Робототехнічні операційні системи ROS : навчальний посібник для самостійної роботи студентів ОС Магістр з дисципліни "Робототехнічні операційні системи" / А. І. Блозва [та ін.] ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. - К. : НУБіП України, 2024. - 616 с
2. Опришко О. О. Робототехнічні комплекси і системи : навч. посіб. / О. О. Опришко, Ю. Л. Цицюрський, О. М. Ромащук. — Київ : НУБіП України, 2025. — 244 с.

3. Поліщук М. М. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації : підруч. для студ. спец. «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М. М. Ткач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 301 с.
4. Дудюк Д. Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси : навч. посіб. для ВНЗ / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. — Львів : Магнолія 2006, 2026. — 278 с.
5. Основи робототехніки : навч. посіб. для студ. закл. вищ. освіти спец. «Електрична інженерія», «Автоматизація та робототехніка» / Державний біотехнологічний університет. — Харків : ДБТУ, 2024. — 215 с.
6. Робототехнічні системи: проектування і моделювання : метод. посіб. для студ. спец. 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 186 с.
7. Аналіз досвіду застосування наземних роботизованих комплексів (НРК): інформаційно-методичний бюлетень / Командування Сил ТРО ЗСУ. — Київ : Sprotyv G7, 2024. — 84 с.
8. Лахно В. А. Робототехнічні операційні системи : навч. посіб. для самост. роботи студентів ОС «Магістр» / В. А. Лахно [та ін.] ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. — Київ : ЦП «Компринт», 2021. — 676 с.
9. Об'єктно-орієнтоване програмування в робототехнічних системах : електронний навч. посіб. для студ. спец. 174 «Автоматизація та робототехніка» / ВНТУ. — Вінниця : ВНТУ, 2023. — 218 с.
10. Болбот І. М. Автоматизація процесів керування тепличними комплексами з моніторингом якості продукції : автореф. дис. доктора техн. наук : 05.13.07. — Київ, 2020.
11. Касаткін Д. Ю. Програмування та моделювання вбудованих мікропроцесорних систем автоматизації : навч. посіб. / Д. Ю. Касаткін, А. І. Блозва, О. М. Касаткіна. — Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2017. — 418 с.
12. Автоматизація технологічних процесів і систем керування : підручник / В. О. Мірошник, Н. М. Заєць, І. Т. Цигульов, М. О. Кіктєв ; за ред. В. О. Мірошника. — Київ : АграрМедіаГруп, 2016. — 476 с.
13. Кіктєв М. О. Системи автоматизованого проектування та програмування робототехнічних комплексів : навч.-метод. посіб. / М. О. Кіктєв, В. Є. Лукін. — Київ : ЦП «Компринт», 2019. — 214 с.
14. Лендел Т. І. Комп'ютерно-інтегровані технології та програмування інтелектуальних систем в автоматизації : методичні вказівки для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти / Т. І. Лендел, В. П. Лисенко. — Київ : ТОВ «ПРІНТЕКО», 2021. — 112 с.
15. Трет'як А. В. Основи робототехніки : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / А. В. Трет'як, А. М. Кльон. — Полтава : Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. — 254 с.

16. Павловський О. М. Мікроконтролери та мікропроцесорна техніка. Лабораторний практикум : навч. посіб. / О. М. Павловський. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 104 с.
17. Проектування систем автоматизації : підручник / С. В. Цюриць, О. С. Бунке. — Київ : Каравела, 2022. — 380 с.
18. Unitree Go2 Software Development Kit (SDK v2) [Electronic resource] / Unitree Robotics. — 2024. — URL: github.com (accessed: 18.05.2026).
19. Dobot MG400 TCP/IP Communication Protocol API [Electronic resource] : User Guide v.2.1 / Shenzhen Yuejiang Technology Co., Ltd. — 2023. — URL: dobot-robots.com (accessed: 18.05.2026).
20. Craig J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control / J. J. Craig. — 4th ed. — New York : Pearson, 2022. — 400 p.
21. Siegwart R. Introduction to Autonomous Mobile Robots / R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza. — 3rd ed. — Cambridge : MIT Press, 2021. — 520 p.
22. Thrun S. Probabilistic Robotics / S. Thrun, W. Burgard, D. Fox. — Cambridge : MIT Press, 2020. — 668 p.
23. Macenski S. ROS 2 Industrial Robotics Programming: Build and control robots using the Robot Operating System / S. Macenski, F. Martín. — Birmingham : Packt Publishing, 2023. — 342 p.
24. Kaehler A. Learning OpenCV 4: Computer Vision with the OpenCV Library / A. Kaehler, G. Bradski. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2021. — 820 p.
25. Siciliano B. Springer Handbook of Robotics / B. Siciliano, O. Khatib (Eds.). — 2nd ed. — Berlin : Springer, 2016. — 2227 p.
26. Lynch K. M. Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control / K. M. Lynch, F. C. Park. — Cambridge : Cambridge University Press, 2017. — 544 p.
27. Yiu J. The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors / J. Yiu. — 3rd ed. — Oxford : Newnes, 2014. — 896 p.
28. White E. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software / E. White. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2021. — 324 p.
29. Barry R. Using the FreeRTOS Real Time Kernel: A Practical Guide / R. Barry. — Real Time Engineers Ltd., 2022. — 210 p.
30. Simon D. E. An Embedded Software Primer / D. E. Simon. — Boston : Addison-Wesley, 2019. — 448 p.
31. Molloy D. Exploring Raspberry Pi: Interfacing to the Real World with Embedded Linux / D. Molloy. — Indianapolis : John Wiley & Sons, 2016. — 720 p.
32. Pont M. J. The Embedded C Workbook / M. J. Pont. — London : SafeTTY Systems Ltd, 2020. — 280 p.
33. Catsoulis J. Designing Embedded Hardware / J. Catsoulis. — 2nd ed. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2018. — 400 p.
34. Kamal R. Embedded Systems: Architecture, Programming and Design / R. Kamal. — 4th ed. — New Delhi : McGraw-Hill Education, 2023. — 680 p.
35. Осипенко В. В. Автоматизовані системи управління : навч. посіб. / В. В. Осипенко, М. О. Кіктєв, В. П. Лисенко. — Київ : НУБіП України, 2018. — 665 с.

36. Цифрові системи керування : навч. посіб. / Б. Л. Головінський, Ю. В. Шуруб, А. О. Дудник, В. П. Лисенко. — Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2016. — 110 с.
37. Лисенко В. П. Моделювання та оптимізація систем керування / В. П. Лисенко, С. А. Шворов. — Київ : Науковий світ, 2021. — 134 с.
38. Лисенко В. П. Основи автоматики: теорія і практика : навч. посіб. у 2 ч. Ч. 2 / В. П. Лисенко, В. М. Решетюк, І. Т. Цигульов. — Київ : Освіта України, 2015. — 454 с.
39. Планування маршрутів та управління рухом безпілотних збиральних комбайнів : монографія / В. П. Лисенко [та ін.]. — Київ : Компрінт, 2019. — 312 с.
40. Проектування промислових роботів та маніпуляторів, С. О. Кошель, Ю. Ковальов, О. П. Манойленко. Центр навчальної літератури, 2019р.
41. Програмування вбудованих систем Інтернету речей [Електронний ресурс] : конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки» спец. 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Нікітчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 120 с.
42. Bolbot, I., Slovikovskyi, O. (2025). Intelligent optimization of gas burner operating modes for cement drying units. *Lighting Engineering & Power Engineering*, 64(1). DOI: <https://doi.org/10.33042/2079-424X.2025.64.1.02>
43. Bolbot, I., Slovikovskyi, O. (2025). Mathematical model of the gas burner electric drive system. *Lighting Engineering & Power Engineering*, 64(2). - DOI: <https://doi.org/10.31548/machinery/3.2025.48>