

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. академіка І.І. Мартиненка

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
«02» __06__ 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

"РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ І СИСТЕМИ"

Галузь знань G - Інженерія, виробництво та будівництво

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

Освітньо-наукова програма - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробив: Ромащук Олександр Миколайович, доктор філософії, асистент
кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка.

Київ – 2025

Опис навчальної дисципліни

Дисципліна 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	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітньо-наукова програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	<u>120</u>	
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>	
Кількість змістових модулів	<u>2</u>	
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)	<u>2</u>	
Семестр	<u>3</u>	
Лекційні заняття	<u>12</u> год.	
Практичні заняття	<u>-</u> год.	
Лабораторні заняття	<u>20</u> год.	
Самостійна робота	<u>88</u> год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<u>3</u> год.	

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

Дисципліна "Робототехнічні комплекси і системи" 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 (ОНП).

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 ОНП.

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 ОНП.

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 "Робототехнічні комплекси і системи" 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 "Робототехнічні комплекси і системи" 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 автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у

процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

СК8. 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.

СК13. Здатність застосовувати спеціальні знання та результати наукових досліджень для створення ефективних систем автоматизації складних біотехнічних об'єктів, котрі вміщують біологічну складову на основі інтелектуальних методів управління та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент набуде певні програмні результати, а саме

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

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
Змістовий модуль 1. Механічна частина промислових робототехнічних комплексів												
Тема 1. Основні терміни та визначення.	1-2	2		4								
Тема 2. Склад та будова промислових роботів.	3-4	2		4		35						
Разом за змістовим модулем 1		4		8		35						
Змістовий модуль 2. Управління промисловими робототехнічними комплексами												
Тема 1. Датчики інформації та виконавчі механізми промислових роботів	5-6	4		4								
Тема 2. Елементи штучного інтелекту промислових роботів.	7-8	2		4		53						
Тема 3. Проектування промислових роботизованих систем.	9-10	2		4								
Разом за змістовим модулем 2		8		12		53						
Усього годин		12		20		88						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні терміни та визначення	2
2	Склад та будова промислових роботів	2
3	Датчики інформації та виконавчі механізми промислових роботів	4
4	Елементи штучного інтелекту промислових роботів.	2
5	Проектування промислових роботизованих систем.	4

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка програми для забезпечення руху для робота Pololu m3pi	2
2	Промислові роботи та маніпулятори	2
3	Розробка 3D зображень з EinScan Se 3D Scanner	2
4	Комп'ютерне моделювання роботів та створення комп'ютерної 3D моделі робота з 3D Printer Anet E12	2
5	Розробка програми для робота андроїда XYZrobot	4
6	Розробка програми для робота Makeblock Music Robot Kit V2.0	2
7	Програмування робота LaserBot	4
8	Програмування робота Makeblock XY Plotter	2
Разом		20

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості розвитку вітчизняної мехатроніки та робототехніки, робототехнічних систем та комплексів	5
2	Загальні принципи та особливості побудови роботів.	5
3	Засоби управління роботами. Особливості побудови пристроїв, близьких до робототехнічних.	5
4	Рекуперація енергії в приводах. Штучні м'язи. Мікроприводи і нанотехнології.	5
5	Математичні моделі робототехнічних систем та комплексів у номінальному та аварійному режимах. Комп'ютерне моделювання роботів і робототехнічних систем та комплексів	10
6	Методи та етапи проектування робототехнічних систем та комплексів.	5
7	Управління робототехнічними системами та комплексами.	20
8	Сумісне циклове управління приводами маніпуляторів.	15
9	Особливості адаптивного і інтелектуального управління засобами переміщення роботів в робототехнічних системах та комплексах	18

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. Механічна частина промислових робототехнічних комплексів		
ЛР1 Розробка програми для забезпечення руху для робота Pololu m3pi	ПРН1. В результаті навчання здобувач навчиться створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	10
ЛР2 Промислові роботи та маніпулятори		10
ЛР3 Розробка 3D зображень з EinScan Se 3D Scanner		10
ЛР4 Комп'ютерне моделювання роботів та створення комп'ютерної 3D моделі робота з 3D Printer Anet E12		10
СР1 Особливості розвитку вітчизняної мехатроніки та робототехніки, робототехнічних систем та комплексів	ПРН9. В результаті навчання здобувач навчиться 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	5
СР2 Загальні принципи та особливості побудови роботів.		5
СР3 Засоби управління роботами. Особливості побудови пристроїв, близьких до робототехнічних.		5
СР4 Рекуперація енергії в приводах. Штучні м'язи. Мікроприводи і нанотехнології.		5

CP5 Математичні моделі робототехнічних систем та комплексів у номінальному та аварійному режимах. Комп'ютерне моделювання роботів і робототехнічних систем та комплексів	вимог до управління виробництвом.	5
CP6 Методи та етапи проектування робототехнічних систем та комплексів.		5
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Управління промисловими робототехнічними комплексами		
LP5 Розробка програми для робота андроїда XYZrobot	ПРН1. В результаті навчання здобувач навчиться створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	10
LP6 Розробка програми для робота Makeblock Music Robot Kit V2.0		10
LP7 Програмування робота LaserBot		10
LP8 Програмування робота Makeblock XY Plotter		10
CP7 Управління робототехнічними системами та комплексами.	ПРН9. В результаті навчання здобувач навчиться розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.	10
CP8 Сумісне циклове управління приводами маніпуляторів.		10
CP9 Особливості адаптивного і інтелектуального управління засобами переміщення роботів в робототехнічних системах та комплексах		10
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=348>);
- 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. Asimo. Режим доступу: <http://asimo.honda.com/default.aspx>.
2. Ayres, Robert, and Steve Miller. «Industrial robots on the line.» The Journal of Epsilon Pi Tau 8.2 (1982): 2-10.
3. Chatterjee, N. (2014). Global industrial robotics market (product types, application, technology, end users and geography) - Global share, size, industry analysis, trends, opportunities, growth and forecast, 2013-2020. Portland, OR: Allied Market Research.
4. da Vinci Surgery. Режим доступу: <http://www.davincisurgery.com/>
5. E-Course Introduction to Microcontroller Programming. Режим доступу: <http://www.matrixtsl.com/courses/itm>
6. Eric the Robot and the Future of Robotics in Industrial Automation. Режим доступу: <http://kingstar.com/ericrobot-humans-robots-living-harmoniously/>
7. Flexible robot manipulators: modelling, simulation and control. – (IET control series) Manipulators (Mechanism) Manipulators (Mechanism) - Automatic control I. Tokhi, A.K.M. ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ 148 Azad, Abul III. Institution of Engineering and Technology 629.8'92.

8. Flowcode. Режим доступу: <https://www.matrixtsl.com/flowcode/>
9. HAL robotics. Режим доступу: <http://www.hal-robotics.com>.
10. Hiroshi Ishiguro Laboratories. Режим доступу: <http://www.geminoid.jp/en/index.html>.
11. IDC FutureScape. Режим доступу: <https://www.idc.com/events/futurescapes>.
12. International Views of STEM Education. Szu-Chun Chaniel Fan, John M. Ritz. Режим доступу: <http://www.iteea.org/Conference/PATT/PATT28/Fan%20Ritz.pdf>
13. Introducing Kirobo Mini. Режим доступу: <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/articles-news-events/introducing-kirobo-mini>.
14. Koch, D., Ollison, T., Berisso, K., Dalton, A., & Washer, B. (2015). ROBOTICS IN EDUCATION: A postsecondary perspective. *Techniques*, 90(7), 34-37.
15. Matrix Technology Solutions. Режим доступу: <http://www.matrixtsl.com/eblocks/boards/>
16. Panasonic Revives Hospital Delivery Robot. Режим доступу:
17. Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'backdoor' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
18. RP-VITA ROBOT EXTENDS SPECIALIZED MEDICAL CARE. Режим доступу: <https://medtechboston.medstro.com/blog/2014/08/26/rp-vita-robot-extends-specializedmedical-care>.
19. Проектування промислових роботів та маніпуляторів, С. О. Кошель, Ю. Ковальов, О. П. Манойленко. Центр навчальної літератури, 2019р.