



СИЛАБУС

обов'язкового освітнього компонента СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОБОТАМИ

Обсяг освітнього компоненту (4 кредити / 120 годин)

Освітня програма: «Автоматизація, мехатроніка та робототехніка»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



МИРОНОВА Наталя Олексіївна,
канд. техн. наук., доцент

Контактна інформація:
e-mail: natali.myronova@gmail.com

Профіль викладача на сайті університету:
<https://zp.edu.ua/?q=node/676>

Час і місце проведення консультацій
Відповідно до розкладу, на платформі google meet

ОПИС КУРСУ

Освітня компонента «Системи управління роботами» є обов'язковою освітньою компонентою у підготовці студентів освітньо-наукової програми «Автоматизація, мехатроніка та робототехніка».

Мета освітньої компоненти – ознайомлення здобувачів вищої освіти із теоретичними та практичними аспектами управління робототехнічними системами.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. Мета: набуття здобувачами вищої освіти спеціальних знань та практичних навичок щодо принципів побудови систем управління роботів, освоєння алгоритмів управління рухом роботів, знань щодо систем комп'ютерного зору роботів та використання штучного інтелекту в робототехніці; підготовка здобувачів вищої освіти до роботи з сучасними



робототехнічними системами та розуміння принципів їх управління з метою вирішення практичних завдань у різних областях, від промисловості до досліджень.

Завдання: засвоєння принципів побудови систем управління роботам; набуття знань з алгоритмів управління рухом роботів, засвоєння принципів побудови систем комп'ютерного зору роботів та використання штучного інтелекту в робототехніці.

2. Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

У результаті вивчення освітньої компоненти «Системи управління роботами» здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти повинен отримати:

інтегральну компетентність:

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;

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

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;

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

СК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.



СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК9. Здатність застосовувати сучасні технології наукових досліджень процесів, обладнання, засобів і систем автоматизації, контролю, діагностики, випробування та керування складними організаційно-технічними об'єктами та системами.

СК11. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації систем автоматизації, кіберфізичних виробництв, процесів управління технологічними комплексами.

СК13. Здатність проєктувати, програмувати та впроваджувати роботизовані та безпілотні системи для виконання специфічних завдань у виробничих процесах на підприємствах Південно-Східного регіону України, зокрема в авіабудівній, металургійній та машинобудівній галузях, використовуючи інноваційні технології для підвищення конкурентоспроможності.

СК14. Здатність використовувати підходи штучного інтелекту та машинного навчання, хмарні технології, Інтернет речей та Big Data для комплексного розв'язання складних задач і проблем в галузі автоматизації, робототехніки та безпілотних систем, сприяючи підвищенню інноваційності та конкурентоспроможності технологічних рішень.

Очікувані програмні результати навчання:

РН01. 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.

РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

РН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кібер-фізичних виробництв.



PH09. 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.

PH10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

PH15. Застосовувати методи аналізу, синтезу та оптимізації кіберфізичних виробництв, систем автоматизації управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю.

PH18. Проектувати, програмувати та впроваджувати роботизовані та безпілотні системи для виконання специфічних завдань у виробничих процесах на підприємствах Південно-Східного регіону України, зокрема в авіабудівній, металургійній та машинобудівній галузях, використовуючи інноваційні технології для підвищення конкурентоспроможності продукції та процесів.

PH19. Використовувати підходи штучного інтелекту та машинного навчання, хмарні технології, Інтернет речей та Big Data для комплексного розв'язання складних задач і проблем в галузі автоматизації, робототехніки та безпілотних систем, сприяючи підвищенню інноваційності та конкурентоспроможності технологічних рішень у відповідних сферах.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Перелік освітніх компонентів, вивчення яких має передувати дисципліні:

- Іноземна мова професійної підготовки;
- Оптимальні системи автоматичного керування;
- Основи кіберфізичних систем;
- Цифрова обробка сигналів та зображень;
- Методологія наукових досліджень з елементами інтелектуальної власності;
- Сучасні інформаційні системи і технології.

Перелік освітніх компонентів, для вивчення яких є обов'язковими знання, здобуті при вивченні цієї дисципліни:

- виконання розділу кваліфікаційної роботи магістра.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Структура освітньої компоненти:

1. Вступ до систем управління роботами
2. Системи програмного керування.



3. Системи дискретного циклового управління.
4. Системи дискретного позиційного управління.
5. Системи безперервного управління.
6. Системи управління по силі.
7. Системи адаптивного управління.
- 8 Система інтелектуального управління.
9. Особливості управління засобами пересування роботів.
10. Системи групового керування роботами
11. Алгоритми управління роботами
12. Системи комп'ютерного зору роботів
13. Використання штучного інтелекту в робототехніці
14. Вступ до Robotics Toolbox for Python
15. Програмування та симуляція промислових роботів.
16. Вступ до БПЛА та їх основних компонентів.

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи.

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1.		
1	Вступ до систем управління роботами. Огляд робототехніки та основні принципи управління роботами. Історія розвитку систем управління роботами. (2 год.)	Інсталяція та налаштування системи симуляції Webots (4 год.)
2	Кінематика роботів та її вплив на системи управління. Основні типи сенсорів і їх використання в роботах. Класифікація систем управління роботами. (2 год.)	Розробка класу контролеру рухів робота в Webots (4 год.)
3	Системи програмного керування. Системи дискретного циклового управління. (2 год.)	--
Змістовий модуль 2.		
4	Системи дискретного позиційного управління Системи безперервного управління Системи управління по силі. Системи адаптивного управління. Система інтелектуального управління. (2 год.)	--
Змістовий модуль 3.		
5	Особливості управління засобами пересування роботів. Системи групового керування роботами. (2 год.)	--



6	Алгоритми управління роботами Підходи до програмування роботів: символьне програмування, поведінкове програмування, навчання з підкріпленням. Алгоритми обходу перешкод та планування маршрутів. (2 год.)	Дослідження та реалізація алгоритмів розпізнавання перешкод роботів в Webots (4 год.)
7	Системи комп'ютерного зору роботів. Використання комп'ютерного зору для управління роботами. Обробка зображень та визначення об'єктів для робототехніки. (2 год.)	Реалізація алгоритмів комп'ютерного зору роботів в системі симуляції Webots. (4 год.)
8	Використання штучного інтелекту в робототехніці. Вплив штучного інтелекту на розвиток систем управління роботами. Машинне навчання для автономних роботів. (2 год.)	Використання алгоритмів машинного навчання в системах симуляції роботів. (2 год.)
9	Вступ до Robotics Toolbox for Python. Основи кінематики роботів. Розробка рухів для роботів. Маніпулятори в Robotics Toolbox. (2 год.)	Розробка рухів роботу з використанням пакету Robotics Toolbox for Python (2 год.)
10	Програмування та симуляція промислових роботів. Інтеграція з CAD/CAE системами (2 год.)	Розробка рухів промислових роботів з використанням RoboDk. (2 год.)
11	Вступ до БПЛА та їх основних компонентів. Математичні моделі та кінематика БПЛА. Програмування траєкторій польоту БПЛА. Віртуальна симуляція польотів БПЛА	

САМОСТІЙНА РОБОТА

Перелік завдань на СРС, вид завдань, контрольні заходи.

Назва теми	Графік самостійної роботи	Кількість годин	Контрольні заходи
Аналіз та порівняння алгоритмів планування руху робота (A*, Dijkstra, RRT (Rapidly-Exploring Random Trees))	Виконання індивідуального завдання	12	
Методи локалізації роботів, методи на основі датчиків (наприклад, магнітні сенсори, GPS), методи візуальної локалізації (з використанням камер або LIDAR), а також комбіновані методи		12	
Автономне навігаційне програмування		12	
Використання ROS для розробки системи управління роботами		12	



Аналіз безпеки систем управління роботами		12	
Оптимізація енергоспоживання роботів		12	
Системи керування групою роботів		12	
Роботизоване виробництво, автоматизація виробничих процесів, розробка роботизованих ліній виробництва та впровадження систем управління робочою силою		12	
Використання технології Digital Twins в роботехніці		12	

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Системи управління роботами» для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» (всіх форм навчання) / Н. О. Миронова, С.В. Шаптала. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024.

Літературні джерела:

1. Robotis simulation services [Електроний ресурс]: режим доступу - <https://cyberbotics.com/>
2. Robot Modeling and Control [Режим доступу]: <http://www.coep.ufrj.br/~ramon/COE-841/robotics/book%202005%20-%20Robot%20Modeling%20and%20Control%20-%20Spong,%20Hutchinson%20&%20Vidyasagar.pdf>
3. Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник. /Я. І. Проць — Т: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. — 232 с.
4. David J. C. MacKay[en]. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
5. Довідник ROS, [Режим доступу]: <https://wiki.ros.org/>
6. Readme Robotics Toolbox for Python, [Режим доступу]: <https://github.com/petercorke/robotics-toolbox-python>
7. Peter Corke Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in Python (Springer Tracts in Advanced Robotics, 146) 3rd ed. 2023 Edition
8. Довідник «Robotics Toolbox for Python package», [Режим доступу]: https://petercorke.github.io/robotics-toolboxpython/arm_erobot.html#erobot
9. Basic Guide <https://robodk.com/doc/en/Basic-Guide.html>
10. Poole C. P., Owens F. J. Introduction to Nanotechnology. — New Jersey: Wiley–Interscience, 2003. — 388 p.



ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання навчальних успіхів здобувачів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

Форма підсумкового контролю – іспит, у формі підсумкового опитування(проходження тесту).

Формами поточного контролю є надання результатів лабораторних робіт, які оцінюються згідно табл.3.

Здобувач освіти отримує позитивну оцінку при сумі балів за всіма видами контролю, не нижче 60 балів. Розрахунок балів наведено у табл.3.

Таблиця 3 – Розрахунок балів із врахуванням контрольного опитування

Поточне оцінювання						Підсумкове опитування (іспит)	Сума балів
ЛБ1	ЛБ2	ЛБ3	ЛБ4	ЛБ5	ЛБ6	40	100
10	10	10	10	10	10		

Отже, сумарна кількість балів, яку отримує студент впродовж семестру, складає 100. В залежності від отриманої суми балів до залікової відомості та в залікову книжку виставляється оцінка згідно національної шкали.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85 – 89	B	добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D	задовільно	
60 – 69	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПОЛІТИКИ КУРСУ

При вивченні навчальної дисципліни від здобувача освіти очікуються – дотримання вимог до складання курсу, старанність, коректне і взаємно цікаве ділове спілкування здобувач/викладач, дотримання засад академічної доброчесності.

Політика щодо відвідування, дедлайнів та перескладання:



- усі види робіт, передбачені курсом, усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійну роботу здобувач виконує відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни, за оприлюдненим графіком.

Політика щодо академічної доброчесності:

- у нашому університеті академічна доброчесність передбачається за замовчуванням; це означає, що викладач очікує, що всі здані роботи є результатом розумової праці та творчості конкретного здобувача; під час вивчення дисципліни здобувачі повинні дотримуватись основних принципів та цінностей академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин;
- Ви зобов'язані з повагою та толерантністю ставитися до всіх членів академічної спільноти; не допускати поведінку, яка ставить під сумнів чесність та сумлінність Вашого навчання; складати всі завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб; надавати для оцінювання лише результати власної роботи; не вдаватися до кроків, які можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших здобувачів;
- дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання; недопущення академічного плагіату, фальсифікації, фабрикації й посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- порушення здобувачами освіти норм чинного законодавства про академічну доброчесність та етику взаємовідносин, може спричинити застосування заходів дисциплінарного характеру, і Ви будете нести академічну (повторне вивчення дисципліни, позбавлення академічної стипендії, відрахування з Університету та ін.) та/або інші види відповідальності.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності НУ «Запорізька політехніка» https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf

За погодженням можливе перезарахування освітньої компоненти у випадку участі студента в рамках міжнародної академічної мобільності (очно, онлайн або дистанційно) та вивчення курсу з відповідного напрямку обсягом не менше 4 кредитів ECTS.

Здобувачі, що бажають перезарахувати результатів неформальної (самостійної) освіти шляхом проходження онлайн курсів, можуть самостійно зареєструватися на курсах платформ Coursera/Udemy або інших онлайн-платформ, попередньо узгодивши тематику обраного курсу або курсів,



повинні отримати відповідний сертифікат або сертифікати і показати його (їх) викладачу(в окремих випадках оформити звіт з проходження курсу у вигляді звіту з самостійної роботи). Кількість балів буде виставлена пропорційно до успіхів студента (досягнення на курсі згідно зі статистикою Coursera/Udemy або інших онлайн-платформ, сумарна мінімальна кількість годин курсу або курсів - 30 або 1 кредит ECTS).

Рекомендовані курси онлайн платформ:

1. Спеціалізація Robotics [Режим доступу]: <https://www.coursera.org/specializations/robotics> (Robotics: Aerial Robotics, 18 годин, Robotics: Computational Motion Planning, 11 годин, Robotics: Mobility, 19 годин, Robotics: Perception, 33 години, Robotics: Estimation and Learning, 15 годин, Robotics: Capstone, 26 годин, підсумок – 122 години, ~4 ECTS).

2. Спеціалізація Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control [Режим доступу]: <https://www.coursera.org/specializations/modernrobotics> (Modern Robotics, Course 1: Foundations of Robot Motion, 24 години, Modern Robotics, Course 2: Robot Kinematics, 18 годин, Modern Robotics, Course 3: Robot Dynamics, 21 години, Modern Robotics, Course 4: Robot Motion Planning and Control, 31 години, Modern Robotics, Course 5: Robot Manipulation and Wheeled Mobile Robots, 35 годин, Modern Robotics, Course 6: Capstone Project, Mobile Manipulation, 20 годин, підсумок – 149 годин, ~5 ECTS)

Також можлива участь студентів в міжнародних школах та семінарах з тематики систем управління роботами і технологій студенти повинні отримати відповідний сертифікат та показати його викладачу (мінімальна кількість годин 30 або 1 ECTS).

Написання та публікація тез доповіді (одних з дисципліни) на науково-практичну конференцію викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів та студентів «Тиждень науки» оцінюється в 10 додаткових балів. Написання та публікація тез доповіді (одних з дисципліни) на міжнародну конференцію або однієї спільної з викладачем наукової статі, що реферуються в SCOPUS, оцінюється в 20 додаткових балів.

Положення про порядок реалізації права на академічну мобільність учасників освітнього процесу НУ «Запорізька політехніка» https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_akademichnu_mobilnist.pdf

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Служби підтримки:

- Система дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка» (Система Moodle) <https://moodle.zp.edu.ua/>;
- Електронний Інституційний репозиторій НУ «Запорізька політехніка» <http://eir.zp.edu.ua/>;
- Інформаційні електронні ресурси наукової бібліотеки НУ «Запорізька політехніка» <http://library.zp.edu.ua/>.

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.