

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

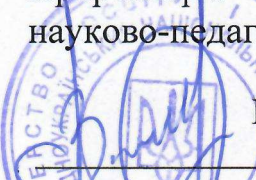
ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій


Ігор ЯКИМЕНКО
“ 29 ” _____ 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з
науково-педагогічної роботи


Віктор ОСТРОВЕРХОВ
“ 29 ” _____ 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 „Комп'ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Штучний інтелект”

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лаборатор ні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	4	8	40	40	5	10	55	150	8

Тернопіль – ЗУНУ
2025

Робоча програма складена на основі освітньо–професійної програми «Штучний інтелект» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 – «Комп’ютерні науки», затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол №9 від 15.06.2022 р.) зі змінами, відповідно до рішення Вченої ради ЗУНУ (протокол №11 від 26.06.2024р.).

Робочу програму складено доцентом кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, к.т.н. Василем КОВАЛЕМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол №1 від 26 серпня 2025 р.

В.о. завідувача кафедри,
канд. техн. наук, доцент



Надія ВАСИЛЬКІВ

Гарант освітньо-професійної
програми "Штучний інтелект",
канд. техн. наук, доцент



Василь КОВАЛЬ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ "Інтелектуальні робототехнічні системи"

Дисципліна «Інтелектуальні робототехнічні системи»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 4 Семестр: 8
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо- професійна програма «Штучний інтелект»	Лекції: 40 год. Лабораторні заняття: 40 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: 55 год. Тренінг: 10 год. Індивідуальна робота: 5 год
Тижневих годин – 19, з них аудиторних – 10 год.	-	Вид підсумкового контролю – екзамен

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета викладання даної дисципліни – сформувати систему знань студентів в області робототехнічних систем на базі яких фахівець зможе забезпечувати розробку, застосування і експлуатацію інтелектуальних системи при вирішенні практичних задач. В дисципліні основний акцент робиться на розумінні

фундаментальних концепцій і механізмів які лежать в основі функціонування інтелектуальних робототехнічних систем.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

В дисципліні основна увага приділяється задачам керування мобільними роботами та їх інтелектуальною взаємодією із неструктурованим середовищем. Основні теми включають: навігацію і керування, побудову карту середовища та локалізацію, сенсорику, системи технічного зору.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

СК19. Здатність застосовувати сучасні підходи та методи до проектування та розробки систем роботизації, володіти спеціальними програмно-апаратними засобами.

СК20. Здатність використання фундаментальних концепцій штучного інтелекту для обробки та аналізу даних, що отримуються та застосовуються компонентами робототехнічних систем.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Для засвоєння даної дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані за результатами вивчення дисциплін “Проектування інформаційних та програмних систем”, “Методи та системи штучного інтелекту”.

2.5. Результати навчання.

ПР20. Розуміти концепції, принципи і основні алгоритми функціонування інтелектуальних робототехнічних систем, володіти програмно-апаратними засобами їх розробки.

ПР21. Використовувати методи та інструментальні засоби штучного інтелекту при створенні, адаптуванні чи налаштуванні характеристик інтелектуальних робототехнічних систем.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 1. Лекція 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.

Зміст і структура дисципліни. Умови розвитку та еволюція робототехнічних систем. Сучасний стан робототехніки та її розвиток в Україні.

Тема 2. Лекція 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.

Основні поняття і визначення. Структура робота. Покоління роботів. Класифікація роботів.

Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.

Лекція 3. Архітектура робототехнічних систем. Основні робототехнічні платформи. Базові концепції робототехніки та сенсорики, їх архітектура.

Лекція 4. Основи сенсорики систем керування робототехнічними системами. Моделі сенсорів. Моделі представлення середовища. Алгоритми адаптивного та інтелектуального управління.

Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.

Лекція 5. Базові концепції маніпуляторів роботів. Загальна характеристика. Узагальнена схема маніпулятора. Робочі органи та складові частини маніпуляторів.

Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.

Лекція 6. Класифікація та основні характеристики приводів. Загальна характеристика приводів роботів. Класифікація основних видів приводів робототехнічних комплексів. Концепції вибору приводів та їх застосування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ КЕРУВАННЯ ТА ДИНАМІКИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 6. Навігація мобільних роботів.

Лекція 7. Поняття карти мобільних роботів. Поняття карт середовища мобільних роботів. Локальні та глобальні карти середовища, їх особливості. Основні технології та алгоритми побудови карти середовища робота.

Лекція 8. Основи навігації та маневрування роботів. Основні принципи навігації та планування руху. Способи поведінки мобільних роботів, та основні алгоритми планування руху в різних середовищах.

Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.

Лекція 9. Поняття локалізації роботів. Основні відомості локалізації. Алгоритм керування робототехнічною системою. Основні характеристики.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.

Тема 8. Системи технічного зору.

Лекція 10. Засоби формування відеозображень. Засоби отримання відеозображень. Створення сприятливих умов середовища для формування відеозображення. Системи освітлення робочої сцени робота.

Лекція 11. Опис і аналіз відеозображень та основи стерео. Калібрування систем технічного зору. Засоби опису, обробки та аналізу відеозображень. Розпізнавання образів. Основи стереобачення.

Лекція 12. Розпізнавання об'єктів та навігація: Застосування комп'ютерного зору для визначення об'єктів і побудови траєкторій руху роботів.

Тема 9. Програмування руху робота.

Лекція 13. Навчання робототехнічних систем. Ручне навчання. Навчання супроводом. Самонавчання.

Лекція 14. Когнітивна робототехніка: Взаємодія людей і роботів у виробничих процесах та в побуті.

Лекція 15. Розподілені системи роботів (ройова робототехніка): Координація груп роботів для виконання спільних завдань.

Тема 10. Архітектура інтелектуальних засобів робота

Лекція 16. Програмно-апаратна інтеграція. Програмно-апаратна архітектура та їх інтеграція. Засоби інтерфейсів з робототехнічною системою. Система розпізнавання та мовного сприйняття. Мульти-роботні систем.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 11. Застосування робототехнічних систем.

Лекція 17. Реалізація робототехнічних систем. Роботизовані технологічні системи. Роботизовані технологічні процеси. Допоміжне обладнання роботизованих технологічних систем.

Лекція 18. Огляд робототехнічних проектів. Робототехніка як IoT. Робототехнічні проекти у промисловості. Робототехніка для будинку. Робототехніка для побуту. Наукові засади робототехніки.

Лекція 19. Роботи для точного сільського господарства: Створення інтелектуальних систем для аналізу стану ґрунту, збору врожаю та догляду за рослинами.

Тема 12. Правові аспекти робототехніки.

Лекція 20. Етичні аспекти застосування роботів: Правові та моральні питання використання роботів у суспільстві.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ З ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг	СРС	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 – Основи функціонування робототехнічних систем						
Тема 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.	2	-	1	2	-	Опитування під час заняття
Тема 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.	2	-			-	Опитування під час заняття
Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.	4	4			6	Опитування під час заняття
Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.	2	4			6	Опитування під час заняття
Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.	2	4			3	Опитування під час заняття
Змістовий модуль 2 – Основи керування та динаміки робототехнічних систем						
Тема 6. Навігація мобільних роботів.	4	4	1	2	6	Опитування під час заняття
Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.	2	4			6	Опитування під час заняття
Змістовий модуль 3 – Інтелектуальні засоби робототехнічних систем						
Тема 8. Системи технічного зору.	6	4	1	4	6	Опитування під час заняття
Тема 9. Програмування руху робота.	6	8			6	Опитування під час заняття
Тема 10. Архітектура інтелектуальних засобів робота	2	4			6	Опитування під час заняття
Змістовий модуль 4 – Прикладні аспекти робототехнічних систем						
Тема 11. Застосування робототехнічних систем.	6	4	2	2	6	Опитування під час заняття
Тема 12. Правові аспекти робототехніки.	2	-			4	Опитування під час заняття
Разом	40	40	5	10	55	-

5. Тематика лабораторних робіт.

1. Дослідження алгоритмів керування мобільними роботами.
2. Дослідження алгоритмів навігації мобільних роботів.
3. Дослідження алгоритмів переміщення мобільного робота до цілі.
4. Програмування кінематики поведінки робота для реалізації задачі слідування за динамічною ціллю на віртуальному полігоні
5. Калібрування системи відеосприйняття мобільного робота.
6. Вивчення можливостей мікроконтролера Arduino.
7. Вивчення віртуальної лабораторії UnoArduSim.
8. Управління квадрокоптером Tello.
9. Моделювання робототехнічних систем у віртуальному середовищі V-REP
10. Програмування мобільного робота Alphabot2-pi.

6. Самостійна робота.

Самостійна робота студентів з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» передбачає проектну роботу, що охоплює вивчення матеріалів обраної теми, представлення способів розв'язку практичної задачі та програмної реалізації. Виконання самостійної роботи забезпечується у спеціалізованому програмному середовищі Aria або Saphira, яке передбачене для програмування мобільного робота Amigobot від компанії Activmedia. Тема завдання обирається студентом за погодженням із викладачем. Оцінювання робіт проводиться на основі виконання наступних завдань:

1. Вивчення специфікації, технічних характеристик мобільного робота AmigoBot.
2. Детальний опис спеціалізованої теми щодо способів управління мобільним роботом AmigoBot.
3. Побудова схеми алгоритму навігації мобільного робота Amigobot згідно поставленого викладачем завдання.
4. Програмування мобільного робота Amigobot від компанії Activmedia у спеціалізованому середовищі Aria або Saphira.
5. Перенесення та адаптування програмного коду із симулятора Aria/Saphira, на платформу реального робота Amigobot.
6. Оформлення та захист звіту.

7. Тренінг з дисципліни.

Організація тренінгу для студентів з дисципліни "Інтелектуальні робототехнічні системи" представляє ефективний спосіб для практичного засвоєння матеріалу. Мета тренінгу передбачає отримання студентами навичок та знань, що забезпечується виконання наступних завдань:

1. Ознайомлення із спеціалізованими середовищами програмування мікроконтролерів Arduino.
2. Практична частина. Створення та реалізації Arduino-проєкту:
 - виконується у симуляторі Arduino;
 - проводиться адаптування програмного коду на апаратній платформі мікроконтролера Atmega 328.

3.Формування звіту та обговорення результатів, проведення оцінювання.

Приклади завдань:

1. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє керувати п'ятьма рівнями швидкості почергового вмикання одного з 7 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
2. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє змінювати напрям почергового вмикання одного з 7 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
3. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє натисканням кнопки змінювати напрям почергового вмикання одного із 5 світлодіодів (біжучої стрічки).
4. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє змінювати напрям почергового вмикання одного із 5 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
5. Реалізувати Arduino-проект, у якому ефект «біжучої стрічки» забезпечується без команди (delay), а з допомогою (millis).
6. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, у якому змінний резистор змінює кількість послідовно увімкнених світлодіодів (загальна кількість 7 елементів), які працюють за принципом «біжучої стрічки».
7. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, у якому положення регулятора змінного резистора дозволяє увімкнути один із 7 світлодіодів.

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- оцінювання результатів виконаних лабораторних завдань;
- модульна контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань тренінгу;
- оцінювання виконання завдань для самостійної роботи;
-

екзамен.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10 %	10 %	10 %	10 %	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінювання виконання лабораторних робіт (6 робіт)	- 15 тестових питань - одне практичне завдання	Оцінювання виконання лабораторних робіт (4 роботи)	- 15 тестових питань - одне практичне завдання	Виконання завдань тренінгу (три завдання)	Виконання завдання для самостійної роботи	- два теоретичних питання по 30 балів - одне практичне завдання 40 балів

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих студентом при виконанні лабораторних робіт. Кожна лабораторна робота оцінюється за 100-бальною шкалою на основі якості виконання та відповідності поставленим завданням. Бали нараховуються відповідно до таких критеріїв:

- 15 балів - розуміння теоретичних відомостей (розкриття понятійного апарату відповідно до теми лабораторної роботи);
- 25 балів - правильність логіки розв'язання (коректність реалізації, правильний вибір підходу чи алгоритмічних структур);
- 10 балів - якість виконання (унікальність рішення, стиль програмування, читабельність коду, оптимізація, наявність коментарів);
- 10 балів - результативність / тестування (програма видає коректний результат, наявність тестових прикладів);
- 10 балів - аналіз і висновки (опис отриманих результатів, засоби їх досягнення, аналітичні порівняння з іншими підходами);
- 30 балів - захист лабораторної роботи (відповіді на запитання викладача, демонстрація розуміння суті роботи).

Модульний контроль проводиться у формі виконання тестових завдань з однією правильною відповіддю. Тестовий контроль складається з теоретичних питань та одного практичного завдання, що передбачає проведення практичних дій перед вибором варіанту відповіді. Частка виконання практичного завдання становить 40% (40 балів при правильній відповіді) у підсумку. Відповідно частка теоретичних тестових питань становить 60% (60 балів). Максимальний бал за виконання теоретичних питань модульного контролю залежить від середнього арифметичного правильних відповідей (наприклад, якщо тестів 20 і студент відповів на 15 правильно, то результат рівний $15/20 = 0,75$, тобто 75% від максимально можливого балу). Для розрахунку використовується наступна формула:

$$S_{\text{теор}} = \text{кількість правильних відповідей} / \text{загальна кількість питань} \times 60.$$

Підсумкове значення виконання тестового контролю визначається сумою балів отриманих при виконанні тестових і практичних завдань

Тренінг оцінюється за повнотою реалізації, якістю коду, тестуванням та аналізом ефективності виконання завдань відповідно п. 7 даної робочої програми. Оцінювання рівня виконання завдань тренінгу проводиться викладачем за 100-бальною шкалою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Критерії оцінювання тренінгу

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
----------	-----------	----------------	------------------	-----------------	----------------

1. Знання та використання середовища Arduino	20	18–20: студенти повністю освоїли середовище, правильно використовують інструменти та бібліотеки	14–17: освоєне середовище, але використання деяких функцій неповне	10–13: часткове освоєння середовища, помилки у використанні	0–9: середовище не освоєне або використано неправильно
2. Практична реалізація Arduino-проєкту	30	27–30: проєкт реалізовано повністю, логіка роботи коректна, усі функції працюють	22–26: проєкт реалізовано, але деякі функції працюють частково	15–21: проєкт частково працює, присутні помилки в логіці	0–14: проєкт не працює або відсутній
3. Адаптація програмного коду на апаратній платформі Arduino	25	23–25: код адаптовано успішно, апаратна реалізація працює без помилок	18–22: код адаптовано частково, апаратна реалізація працює з незначними проблемами	12–17: код адаптовано частково, апаратна реалізація працює з помилками	0–11: адаптація не виконана або не працює
4. Звіт та демонстрація результатів	25	23–25: звіт структурований, містить всі етапи виконання, демонстрація чітка та зрозуміла	18–22: звіт оформлений правильно, демонстрація частково показує роботу	12–17: звіт частково відображає результати, демонстрація поверхова	0–11: звіт відсутній або демонстрація не виконана
Разом	100	-	-	-	-

Модуль «Самостійна робота» оцінюється викладачем за якістю виконаного індивідуального завдання та звіту відповідно до критеріїв, визначених у розділі 6 «Самостійна робота» цієї робочої програми. Підсумковий бал розраховується як сума оцінок за окремими критеріями, наведеними у таблиці 2.

Таблиця 2 - Критерії оцінювання самостійної роботи

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
1. Вивчення специфікації та технічних характеристик AmigoBot	15	14–15: детально вивчені всі характеристики, проведено порівняння та аналіз	11–13: більшість характеристик вивчені, аналіз частково проведено	8–10: вивчено основні характеристики, аналіз поверховий	0–7: характеристики не вивчені або опис поверховий
2. Детальний опис способів управління мобільним роботом	15	14–15: опис повний, охоплює всі основні підходи, наведені приклади	11–13: опис правильний, але деякі аспекти опущені	8–10: опис частковий, без прикладів	0–7: опис відсутній або некоректний
3. Побудова схеми алгоритму навігації	20	18–20: схема повна, логічна, чітко відображає алгоритм навігації	14–17: схема правильна, але не повністю деталізована	10–13: схема частково відповідає завданню, присутні помилки	0–9: схема відсутня або некоректна
4. Програмування у середовищі Aria/Saphira	20	18–20: код структурований, коректний, робот працює у симуляторі без помилок	14–17: код правильний, але є незначні помилки або часткова робота симулятора	10–13: код частково правильний, робот працює частково	0–9: код некоректний або не працює
5. Перенесення та адаптація коду на реальний робот AmigoBot	20	18–20: код успішно адаптовано, робот виконує завдання коректно	14–17: код адаптовано частково, робот працює з незначними проблемами	10–13: адаптація часткова, робот працює частково	0–9: адаптація не виконана або робот не працює
6. Оформлення та захист звіту	10	9–10: звіт структурований, зрозумілий, демонстрація чітка	7–8: звіт оформлений, але деякі етапи недостатньо описані	5–6: звіт частковий, демонстрація поверхнева	0–4: звіт відсутній або демонстрація не виконана
Разом	100	-	-	-	-

Виконання екзамену з дисципліни передбачає відповідь на два теоретичних питання вагою 30% кожне та виконання практичного завдання вагою 40%.

Оцінювання кожного теоретичного питання (максимум 30 балів) здійснюється викладачем на основі наступних критеріїв:

- 27–30 балів – відповідь повна, чітка, правильно викладена, з прикладами або поясненням термінів;
- 21–26 балів – відповідь правильна, але з незначними неточностями або без прикладів;
- 15–20 балів – частково правильна відповідь, пропущені важливі аспекти;
- 0–14 балів – відповідь неправильна або відсутня.

Оцінювання виконання практичного завдання (максимум 40 балів) проводиться у відповідності до наступних критеріїв:

- 36–40 балів – завдання виконано повністю, реалізація правильна, проведено тестування та зроблено аналіз результатів;
- 30–35 балів – завдання виконано з незначними помилками або неповним аналізом;
- 20–29 балів – частково виконане завдання, є помітні помилки;
- 10–19 балів – завдання виконано формально, результат неповний або некоректний;
- 0–9 балів – завдання не виконано або виконано неправильно.

Отримана оцінка за національною шкалою ECTS виставляється відповідно до шкали оцінювання рівня знань:

Шкала оцінювання:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

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

№	Найменування
1.	Мобільні роботи: Alhabot, Amigobot, квадрокоптер Tello
2.	Апаратні платформи Arduino, RaspberryPi
3.	Цифрова USB відеокамера та аудіо-мікрофон
4.	Програмні симулятори мобільного робота: Mobotsim, V-Rep
5.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:—Дніпро:«Гарант СВ», 2021.- 243с.

2. Коваль В.С., Чайківський П.І. Керування рухом мобільного робота по траєкторії у двох- та тривимірних середовищах // III науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі». – Тернопіль, ЗУНУ, 2020. – С. 36
3. Ковальов Ю.А., Проектування промислових роботів та маніпуляторів. / Кошель С.О., Ковальов Ю.А., Манойленко О.П.: Центр учбової літератури, 2023. – 256с.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Інтелектуальні робототехнічні системи", для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»/ В.Коваль, Тернопіль: ЗУНУ, 2024. – 51с.
5. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи та тренінгу з дисципліни "Інтелектуальні робототехнічні системи", для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»/ В.Коваль, Тернопіль: ЗУНУ, 2024. – 21с.
6. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи » для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Укладачі: Коваль В.С. – Тернопіль, 2024. – 97с.
7. Турбаніст Д.С. Світ навколо нас. Роботизована техніка. К: «Кристал Бук», 2022. - 48с.
8. Чайківський П.І., Коваль В.С. Fuzzy-система управління рухом мобільного робота заданою траєкторією // Школа-семінар молодих вчених і студентів «Комп'ютерні інформаційні технології» (CIT'2020), . – Тернопіль: ЗУНУ, 2020. – С. 58-60.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Jason Gu. Communication and Control for Robotic Systems. 1st ed. – Springer, 2022. – 496 pp.
2. Danny Staple. Learn Robotics Programming: Build and control AI-enabled autonomous robots using the Raspberry Pi and Python. / Packt Publishing Ltd. – 2021. - 602 с.
3. Jeff Cicolani. Beginning Robotics with Raspberry Pi and Arduino: Using Python and OpenCV [2 ed.]. - Pflugerville, Texas, USA, 2021. – 455 pp.
4. Robert H. Wortham. Transparency for Robots and Autonomous Systems: Fundamentals, technologies and applications (Control, Robotics and Sensors). – The Institution of Engineering and Technology, 2020. – 240 pp.
5. Panchak D.V, Koval V.S. Innovative Approaches to Mobile Robot Stabilization in Dynamic Environments. The First International Workshop of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development, CEUR Workshop Proceedings, 10-11 May 2024, 3716, pp. 148–157.
6. DARPA official materials. <http://www.darpa.mil>
7. IGVC official materials. <http://www.igvc.org>
8. Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control Specialization, <https://www.coursera.org/specializations/modernrobotics?>