

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о.декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з
науково-педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

“ ” 2023 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 – „Комп'ютерні науки”

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ

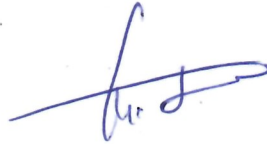
Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні роботи (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік. (сем.)
Денна	4	8	24	24	3	6	93	150	8
Заочна	4	8	8	4	–	–	138	150	8

Тернопіль – ЗУНУ
2023

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 29.08.2023р.

Завідувач кафедри,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

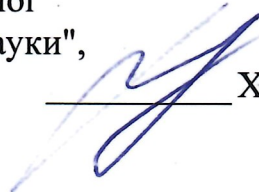
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерні науки», протокол №1 від 29 серпня 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Комп'ютерні науки",
канд. техн. наук, доцент



Христина ЛІТ'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО

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: вибіркова дисципліна Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 4 Семестр: <i>Денна</i> – 8 <i>Заочна</i> – 8
Кількість змістових модулів – 3	Освітньо- професійна програма «Комп’ютерні науки»	Лекції: <i>Денна</i> – 24 год. <i>Заочна</i> – 8 год. Практичні роботи: <i>Денна</i> – 24 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 93 год., <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг, КППЗ: <i>Денна</i> – 6 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 3 год
Тижневих годин – 19, з них аудиторних – 6 год.		Вид підсумкового контролю – залік

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета викладання даної дисципліни – сформуванню системи знань студентів в області робототехнічних систем на базі яких дипломований фахівець зможе забезпечувати розробку, застосування і експлуатацію таких системи на виробництві. 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, сенсоріку, системи технічного зору.

2.3. Передумови для вивчення дисципліни.

Для засвоєння даної дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані за результатами вивчення дисциплін “Алгоритми та структури даних”, “Основи програмування”.

2.4. Результати навчання.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- знати функції, структуру, переваги, недоліки та основи функціонування робото технічних систем, будову виконавчих модулів, що застосовуються у робототехнічних системах;
- володіти основними методами та алгоритмами при розрахунку найважливіших характеристик вузлів та підсистем роботів, володіти програмно-апаратними засобами.

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 сенсоріки, їх архітектура.

Лекція 4. Основи сенсоріки 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. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ 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.

Тема 9. Лекція 12. Програмування руху робота. Ручне навчання. Навчання супроводом. Огляд роботоорієнтованих мов програмування.

Тема 10. Застосування робототехнічних систем.

Лекція 13. Реалізація робототехнічних систем. Роботизовані технологічні системи. Роботизовані технологічні процеси. Допоміжне обладнання роботизованих технологічних систем.

Лекція 14. Огляд робототехнічних проектів. Робототехніка як IoT. Робототехнічні проекти у промисловості. Робототехніка для будинку. Робототехніка для побуту. Наукові засади робототехніки.

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

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	СРС	Контрольні заходи
<i>Змістовий модуль 1 – Основи функціонування робототехнічних систем</i>						
Тема 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.	2	-	-	2	8	Опитування під час заняття
Тема 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.	2	-	-		8	Опитування під час заняття
Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.	4	4	-		8	Опитування під час заняття
Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.	2	4	-		8	Опитування під час заняття
Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.	2	2			8	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 2 – Основи керування та динаміки робототехнічних систем</i>						
Тема 6. Навігація мобільних роботів.	4	4	-	2	10	Опитування під час заняття
Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.	2	2	3		10	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 3 – Прикладні аспекти робототехнічних систем</i>						
Тема 8. Системи технічного зору.	2	2	-	2	10	Опитування під час заняття
Тема 9. Програмування руху робота.	2	4	-		10	Опитування під час заняття
Тема 10. Застосування робототехнічних систем.	2	2			13	Опитування під час заняття
Разом	24	24	3	6	93	

Заочна форма навчання

Тема заняття	Кількість годин			
	Лекції	Практичні заняття	Тренінг, КПЗ	Самостій на робота
<i>Змістовий модуль 1 – Основи функціонування робототехнічних систем</i>				
Тема 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.	4	-	-	14
Тема 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.		-		14
Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.		2		12
Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.		-		14
Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.		-		
<i>Змістовий модуль 2 – Основи керування та динаміки робототехнічних систем</i>				
Тема 6. Навігація мобільних роботів.	2	-	-	14
Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.		-		14
<i>Змістовий модуль 3 – Прикладні аспекти робототехнічних систем</i>				
Тема 8. Системи технічного зору.	2	2	-	14
Тема 9. Програмування руху робота.		-		14
Тема 10. Застосування робототехнічних систем		-		14
Всього		8	4	-

5. Тематика практичних занять

1. Дослідження алгоритмів керування мобільними роботами.
2. Дослідження алгоритмів навігації мобільних роботів.
3. Дослідження алгоритмів переміщення мобільного робота до цілі.
4. Програмування кінематики 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. Створення та реалізації Arduino – проекту.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» виконуються самостійно кожним студентом і охоплює усі основні теми дисципліни. КПЗ оформлюється у відповідності з встановленими вимогами. При виконанні та оформленні КПЗ студент повинен використовувати комп'ютерну техніку. Виконання КПЗ є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту. Завдання КПЗ виконуються згідно розроблених варіантів.

Для виконання КПЗ необхідно ознайомитись із середовищем Aria або Saphira програмування мобільного робота Amigobot від компанії Activmedia, чи програматором мікроконтролерів AVR-Studio для програмування мобільного робота ЗРІ Pololu. Зміст КПЗ полягає у програмній реалізації завдань для мобільного робота Amigobot чи ЗРІ Pololu для розв'язування задач згідно визначеного варіанту. Під час програмування робота Amigobot, на першому етапі

здійснюється реалізація і відлагодження програмного коду у симуляторі Arja. На другому етапі, виконання програмного коду адаптується до реального робота.

При використанні робота 3PI Pololu, використовується програмування мікроконтролера у середовищі AVR-Studio, де забезпечується, на першому етапі, відлагодження та компілювання програмного коду. На другому етапі робочий програмний код запрограмується у мікроконтролері реального робота.

7. Самостійна робота.

№ п/п	Тематика	К-сть годин ДФН	К-сть годин ЗФН
1.	Алгоритми обробки інформації переміщення роботів з допомогою GPS	2	4
2.	Оцінка похибок вимірювання кутових швидкостей колісних роботів	2	4
3.	Навігаційні алгоритми переміщення мобільних роботів.	2	4
4.	Моделювання рухів маніпуляторів.	2	4
5.	Системи захоплення деталей маніпулятором.	2	4
6.	Модель руху одноколісного робота.	2	4
7.	Вертикальна стабілізація крокуючих роботів.	-	4
8.	Система руху крокуючих роботів.	2	2
9.	Дослідження динамічної моделі мобільного робота.	2	2
10.	Математична модель планування руху мобільних роботів.	2	2
11.	Представлення середовища мобільного робота.	-	2
12.	Локальна карта середовища мобільного робота.	2	2
13.	Дослідження умов стійкості руху двохколісних об'єктів.	2	2
14.	Системи позиціонування мобільного роботу із використанням GPS.	2	2
15.	Системи позиціонування мобільного роботу із використанням маяків.	2	2
16.	Локальна навігація роботів.	2	2
17.	Математичні моделі алгоритмів навігації мобільних роботів.	2	2
18.	Стійкість стаціонарного руху одноколісного засобу.	2	2
19.	Сенсорна система роботів.	2	2
20.	Дослідження характеристик ультразвукових сенсорів.	2	2
21.	Дослідження характеристик інфрачервоних сенсорів.	-	2
22.	Засоби радіозв'язку із мобільним роботом.	-	2
23.	Розробка контролера для керування мобільним роботом.	-	2
24.	Класифікація та види мобільних роботів.	-	2
25.	Рух по наперед заданій траєкторії.	2	2
26.	Занос автомобіля при зіткненні одним колесом на дорожню нерівність.	-	2
27.	Система керування двигунами колісного робота	2	2
28.	Система керування рухом триколісним роботом.	2	2
29.	Система керування рухом гусеничним роботом.	2	2

30.	Математичні моделі і алгоритми керування рухом мобільного триколісного робота з керуючим переднім колесом.	2	2
31.	Система управління квадрокоптером	2	2
32.	Система управління повзаючими роботами	2	2
33.	Система управління підводними роботами	2	2
34.	Система управління літаючими роботами	2	2
35.	Способи стабілізації крокуючих систем переміщення	2	2
36.	Способи розпізнавання образів у системах технічного зору роботів	-	2
37.	Способи організації комунікацій із мобільними роботами	-	2
38.	Розпізнавання команд мобільним роботом	-	2
39.	Модель керування рухом триколісного робота із двома паралельними незалежними ведучими колесами.	2	2
40.	Кінематика роботів	2	2
41.	Задача локалізації з використанням супутникових вимірювань.	-	2
42.	Штучний інтелект в робототехнічних системах	2	2
43.	Використання еволюційних алгоритмів в робототехніці	2	2
44.	Безпроводні комунікації із мобільним роботом	-	2
45.	Використання мікроконтролера Arduino для управління двигунами робота	2	2
46.	Використання Raspberry Pi для управління двигунами робота	2	2
47.	Використання Raspberry Pi для отримання і обробки відеозображень з відеокамери робота	2	2
48.	Програмування Arduino для безпроводної комунікації із мобільним роботом	2	2
49.	Управління сервоприводами мобільного робота	2	2
50.	Дослідження команд управління мобільним роботом	2	2
51.	Мережеві протоколи взаємодії з роботом	-	2
52.	Кінематика рухів роботів	2	2
53.	Застосування нейронних мереж при навігації мобільного робота.	2	2
54.	Системи освітлення середовища для технічного зору.	-	2
55.	Розпізнавання образів у системах технічного зору.	2	2
56.	Основи стереобачення.	2	2
57.	Система взаємодії команди роботів.	2	2
58.	Системи «сліпих» роботів.	-	2
59.	Локалізація роботів	2	2
60.	Визначення позицій перешкод мобільних роботів ультразвуковими сенсорами	-	2
61.	Використання гіроскопу для стабілізації платформи робота	-	2
62.	Дослідження можливостей гіроскопа GY-521, та його використання в проектах Arduino	3	2
	Разом	93	138

8. Тренінг з дисципліни.

Порядок проведення:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.

2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з практичною частиною, та здійснення оформлення короткого звіту.

3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

Завдання містить постановочну частину для усіх варіантів, що полягає в ознайомленні із віртуальним 3D-середовищем V-REP для програмування мобільних роботів. Зміст практичного завдання полягає у програмній реалізації завдань для мобільного робота Pioneer 3-DX. Зміст завдання зводиться до виконання наступних кроків:

- a) застосування бібліотек API у Matlab для V-REP;
- b) дослідження засобів створення середовища оперування робота Pioneer 3-DX у симуляторі V-REP;
- c) дослідження засобів конфігурування мобільного робота Pioneer 3-DX;
- d) дослідження операцій роботи із ультразвуковими сенсорами робота Pioneer 3-DX;
- e) дослідження операцій роботи із двигунами мобільного робота Pioneer 3-DX;
- f) дослідження операцій управління двигунами мобільного робота Pioneer 3-DX;
- g) проведення експериментів для маневрування мобільного робота у віртуальному середовищі та демонстрація результатів.

9. 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 практичних завдань;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань під час тренінгу;
- оцінювання виконання КППЗ.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

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

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3
30%	40%	30%
1. Поточне опитування (4 теми по 10 балів) – 40 балів 2. Практичні роботи – 60 балів	1. Поточне опитування (6 тем по 5 балів) – 30 балів 2. Практичні роботи – 30 балів 3. Ректорська контрольна робота - 40 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КПЗ – 80 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECT8
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)

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

№	Найменування
1.	Мобільні роботи: Alphabot, Amigobot
2.	Апаратні плати Raspberry Pi, Arduino
3.	Цифрова USB відеокамера та аудіо-мікрофон
4.	Програмні симулятори мобільного робота: Mobotsim, V-Rep
5.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет
6.	Software Matlab, Python

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

ОСНОВНА 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. Andrea Monteriù. Fault-Tolerant Control of Sauro Longhi. - The Institution of Engineering and Technology, Londo, 2020. – 298pp.
5. 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.
6. Matjaž Mihelj. Robotics. Second edition. / Matjaž Mihelj, Tadej Bajd, Aleš Ude, Jadran Lenarčič, Aleš Stanovnik, Marko Munih, Jure Rejc, Sebastjan Šlajpah. – Springer International Publishing AG, 2019. – 260 pp.
7. Matt Timmons-Brown. Learn Robotics With Raspberry Pi: Build and Code Your Own Moving, Sensing, Thinking Robots. - No Starch Press,US, 2019. – 240 pp.
8. The Internet of Things. Internet of Things and the Prelude to Artificial Intelligence. [online] Available at: <http://www.infiniteinformationtechnology.com/the-internet-of-things-prelude-to-artificial-intelligence>

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. DARPA official materials. <http://www.darpa.mil>
2. IGVC official materials. <http://www.igvc.org>