

Шифр: «Розвідувальні робототехнічні системи»

Всеукраїнський конкурс наукових робіт зі спеціальності
«Професійна освіта »

КОНКУРСНА НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА

на тему: «МЕТОДИКА ПРОЄКТУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ
РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ
КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ»

Анотація

до конкурсної роботи під шифром «Розвідувальні робототехнічні системи»

У роботі запропоновано методику проектування розвідувальної робототехнічної системи, орієнтовану на підготовку майбутніх фахівців комп'ютерного профілю. Запропоновано поетапну модель проектної діяльності, яка включає аналіз завдання, розроблення технічного завдання, моделювання, програмування, тестування та оцінювання ефективності розробленої системи. Методика сприяє розвитку інженерного мислення, творчого підходу до вирішення задач і практичних навичок створення інтелектуальних технічних систем.

Мета роботи – теоретично обґрунтувати та розробити методику проєктування розвідувальної робототехнічної системи для підготовки фахівців комп’ютерного профілю.

Завдання роботи:

1. Обґрунтувати функціональні можливості та класифікацію розвідувальних робототехнічних систем, а також програмні засоби їх проєктування.

2. Розробити методику проєктування розвідувальної робототехнічної системи для підготовки фахівців комп’ютерного профілю.

Методи дослідження: теоретичні (аналіз фахової літератури, моделювання, порівняльний аналіз програмного забезпечення) та емпіричні (практична реалізація проєкту)

У роботі було проаналізовано сучасні підходи до створення мобільних розвідувальних роботів, обґрунтовано вибір платформи Keyestudio 4WD та модуля ESP32-CAM. Створено діючу модель розвідувального робота з функцією відеоспостереження, описано архітектуру системи, алгоритм дій, програмне забезпечення та результати тестування. Розроблено дидактичну модель впровадження цієї системи у професійну освіту, що включає приклади занять, методичні матеріали й інструменти оцінювання.

Структура роботи. Робота складається із вступу, трьох основних розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 30 сторінки. Робота містить 7 рисунків.

Ключові слова: Робототехнічна розвідувальна система, розвідувальний робот, Keyestudio 4WD, ESP32-CAM, професійна освіта, комп’ютерні технології, навчальний процес, програмування, Arduino.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	7
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	7
1.1 Поняття і класифікація робототехнічних систем	7
1.2 Аналіз сучасних розвідувальних робототехнічних систем і програмного забезпечення	9
1.3 Реалізація розвідувальної робототехнічної системи на базі keyestudio 4wd та esp32-cam	10
Висновок до першого розділу.....	14
РОЗДІЛ 2.....	15
МЕТОДИКА РОЗРОБКИ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ.....	15
2.1 Огляд сучасних підходів до навчання проєктуванню робототехнічних систем у професійній освіті.....	15
2.2 Методика розробки робототехнічної розвідувальної системи на основі платформи keyestudio 4wd в навчальному процесі.....	16
Висновок до другого розділу:	20
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	22
Додаток А.....	25
Додаток Б	30

ВСТУП

Актуальність теми: Розвиток сучасних інформаційних технологій, зокрема робототехніки та штучного інтелекту, стрімко змінює вимоги до підготовки фахівців комп'ютерного профілю. Інтеграція робототехнічних систем у процес професійної освіти набуває особливої актуальності в контексті формування практичних навичок, критичного мислення та інноваційного підходу майбутніх IT-фахівців.

Робототехніка сьогодні є одним із найбільш перспективних напрямів інноваційної діяльності, а її впровадження у професійну освіту дозволяє поєднати теоретичні знання з практичними навичками у реальних проєктах. Створення та дослідження розвідувальних робототехнічних систем є особливо актуальним завданням через можливість застосування таких систем як у військовій, так і у цивільній сферах: моніторинг територій, рятувальні операції, забезпечення безпеки.

Об'єктом дослідження є процес проєктування розвідувальної робототехнічної системи майбутніми фахівцями комп'ютерного профілю.

Предметом дослідження: методика використання апаратно-програмного комплексу Keyestudio 4WD та модуля ESP32-CAM для розробки розвідувальної робототехнічної системи.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати та розробити методику проєктування розвідувальної робототехнічної системи для підготовки фахівців комп'ютерного профілю.

Для досягнення поставленої мети дослідження потрібно виконати наступні завдання:

1. Обґрунтувати функціональні можливості та класифікацію розвідувальних робототехнічних систем, а також програмні засоби їх проєктування.

2. Розробити методику проєктування розвідувальної робототехнічної системи у підготовці фахівців комп'ютерного профілю.

Методи дослідження: теоретичні (дослідження публікацій, наукових статей та матеріалів, що стосуються використання платформи Keyestudio 4WD з ESP32-CAM. ля створення розвідувальних робототехнічних систем).

Наукова новизна дослідження: удосконалено методику проєктування розвідувальної робототехнічної системи шляхом інтеграції сучасних комп'ютерних технологій у підготовку майбутніх фахівців комп'ютерного профілю.

Теоретичні основи дослідження становлять наукові положення праць з проблем проєктування робототехнічних систем (Ю.М. Гогоцький, В.В. Лапін, С.О. Семериков), професійної підготовки фахівців комп'ютерного профілю (О.Г. Ярошенко, І.Т. Сущенко, Н.В. Морзе), застосування інформаційних технологій у технічній освіті (М.П. Шишкіна, Ю.В. Триус, С.О. Шокалюк), а також методик STEM-навчання і проєктно-орієнтованого підходу (О.М. Спирін, Л.Л. Лапінська, Н.Ф. Виноградова).

Теоретичне значення дослідження: обґрунтовано ефективність методики проєктування розвідувальної робототехнічної системи із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій для формування професійних компетентностей у майбутніх фахівців комп'ютерного профілю.

Практичне значення дослідження полягає в розробці методики проєктування розвідувальної робототехнічної системи для майбутніх фахівців комп'ютерного профілю, що сприяє формуванню практичних навичок роботи з сучасними технологіями. Запрограмовано платформу для проєктування розвідувальних робототехнічних систем, яку можна використовувати в навчальному процесі для вивчення робототехніки та суміжних дисциплін.

Апробація результатів дослідження: Основні положення та результати наукового дослідження доповідалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи» яка проходила на базі Українського державного університету імені Михайла Драгомана (м.Київ) 15 – 16 квітня 2025 р.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

1.1 Поняття і класифікація робототехнічних систем

Робототехнічні системи (РТС) являють собою складні технічні комплекси, призначені для виконання визначених завдань в автономному або напівавтономному режимі. Їхня робота забезпечується інтеграцією вбудованих систем управління, різноманітних сенсорних пристроїв для збору інформації про навколишнє середовище та виконавчих механізмів, що реалізують конкретні фізичні дії [1].

Сучасні робототехнічні системи здатні адаптувати свою поведінку залежно від змін середовища завдяки застосуванню алгоритмів штучного інтелекту, машинного навчання та методів комп'ютерного зору. Це дозволяє їм ефективно функціонувати навіть у складних або непередбачуваних умовах, знижуючи потребу у постійному контролі з боку людини.

З огляду на зростаючу роль робототехнічних систем у різних сферах людської діяльності, їх вивчення є важливим елементом професійної підготовки фахівців комп'ютерного профілю. Інтеграція знань про РТС у навчальні програми сприяє розвитку в студентів навичок проектування, технічної творчості, аналітичного мислення та командної роботи.

Класифікація робототехнічних систем здійснюється за різними ознаками, серед яких найважливішою є функціональне призначення. Відповідно до цієї ознаки виділяють такі основні категорії РТС (рисунок 1.1):

- **Промислові роботи** — пристрої, що застосовуються для автоматизації виробничих процесів на промислових підприємствах. До їхніх функцій належать зварювання, складання, фарбування, пакування, переміщення об'єктів тощо. Використання промислових роботів підвищує продуктивність виробництва та якість продукції, одночасно зменшуючи витрати на людську працю.

- **Сервісні роботи** — системи, що виконують допоміжні функції у побуті, сфері послуг та охорони здоров'я. Прикладами є роботи-пилососи, медичні асистенти, транспортні роботи в аеропортах та готелях.
- **Спеціалізовані роботи** — пристрої, призначені для виконання завдань у специфічних умовах. До них належать військові роботи (розвідувальні, бойові платформи), медичні (роботизовані хірургічні системи), рятувальні (роботи для пошуку і евакуації постраждалих), а також розвідувальні роботи (для збору інформації у важкодоступних або небезпечних зонах) [2].

Класифікація робототехнічних систем за функціональним призначенням.



Рисунок 1.1. Класифікація робототехнічних систем за функціональним призначенням.

Особливе місце серед спеціалізованих робототехнічних систем займають **розвідувальні РТС**. Вони призначені для збору, обробки та передачі даних у складних або небезпечних для людини умовах. Такі системи часто оснащуються широким набором сенсорних пристроїв — камерами високої роздільної здатності, тепловізорами, ультразвуковими датчиками, мікрофонами — що дозволяє ефективно аналізувати ситуацію в реальному часі.

Розвідувальні роботи активно застосовуються:

- у надзвичайних ситуаціях для оцінки обстановки та пошуку постраждалих;

- у військовій сфері для розвідки територій без ризику для життя особового складу;
- у промисловості для інспекції об'єктів, недоступних або небезпечних для людини (наприклад, атомних електростанцій або шахт);
- у системах безпеки для моніторингу об'єктів та виявлення порушень периметру.

Впровадження розвідувальних робототехнічних систем не лише підвищує ефективність роботи в умовах ризику, але й зменшує можливі загрози для людини, сприяє оперативному реагуванню на зміну ситуаційної обстановки.

У професійній підготовці майбутніх фахівців комп'ютерного профілю використання розвідувальних робототехнічних систем як навчальних засобів сприяє формуванню у студентів практичних навичок проектування, налагодження та програмування автономних технічних систем. Вивчення розвідувальних РТС забезпечує не лише технічну, але й аналітичну та дослідницьку підготовку студентів, орієнтовану на вимоги сучасного ІТ-ринку.

Таким чином, поняття та класифікація робототехнічних систем, а також аналіз їхнього функціонального застосування мають важливе значення як для розвитку інженерних компетентностей студентів, так і для формування основ їхньої майбутньої професійної діяльності у сфері робототехніки, комп'ютерного зору та штучного інтелекту.

1.2 Аналіз сучасних розвідувальних робототехнічних систем і програмного забезпечення

На ринку представлені різні розвідувальні робототехнічні системи, зокрема на базі Arduino, ESP32, Raspberry Pi та інших мікроконтролерів [3]. Наприклад, системи на основі ESP32-CAM дозволяють здійснювати потокову трансляцію відео, розпізнавання облич та предметів завдяки інтеграції зі спеціалізованим ПЗ, таким як TensorFlow Lite або OpenCV.

Серед сучасних програмних платформ, які застосовуються у розробці розвідувальних роботів, виділяються Arduino IDE, PlatformIO, Visual Studio Code, а також Python-середовища із підтримкою штучного інтелекту [4].

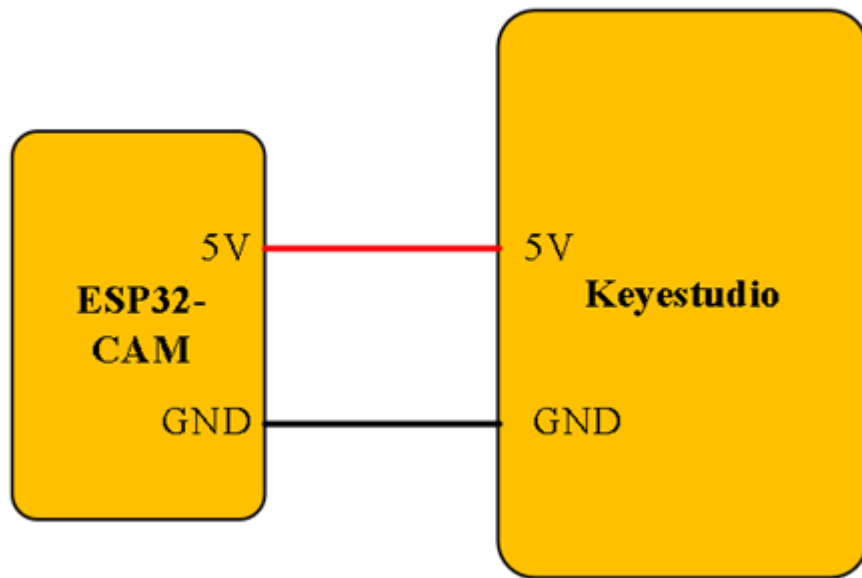
1.3 Реалізація розвідувальної робототехнічної системи на базі keyestudio 4wd та esp32-cam

Для практичної реалізації розвідувальної робототехнічної системи було обрано платформу Keyestudio 4WD, яка є універсальним рішенням для створення мобільних роботів. Ця платформа оснащена чотирма незалежними колесами, що приводяться в рух двигунами постійного струму, забезпечуючи таким чином високу маневровість та стабільність руху у різних умовах. В якості основної керуючої плати обрано мікроконтролер Keyestudio V4.0 на основі Arduino Uno, що характеризується простотою програмування, гнучкістю та можливістю інтегрувати додаткові модулі.

Для реалізації функцій відеоспостереження та розвідки використано компактний модуль ESP32-CAM. Цей модуль має низку важливих переваг, серед яких особливо слід відзначити можливість передачі потокового відео через Wi-Fi, підтримку вбудованих алгоритмів для розпізнавання облич та об'єктів, а також низьке енергоспоживання. Для ефективного управління рухом платформи використано мотор-шилд Keyestudio Motor Driver Shield.

При практичній реалізації системи ESP32-CAM було підключено безпосередньо до плати Keyestudio через контакти живлення 5V та GND. Таке рішення дозволяє автономно жити камері та передавати відеопотік через Wi-Fi без додаткового UART-з'єднання (рисунки 1.1 та 1.2).

Схема підключення ESP32CAM До Keyestudio



(Рисунок 1.2 – Схема підключення ESP32-CAM до Keyestudio V4.0)

Правильно підібрана схема підключення дозволила уникнути проблем з живленням та забезпечила стабільну передачу даних, що було підтверджено результатами подальших тестів. Детальне розпінування модуля ESP32-CAM (рисунок 1.3) дозволяє чітко орієнтуватися в підключенні додаткових датчиків чи інших компонентів до системи.



(Рисунок 1.3 – Розпінування модуля ESP32-CAM [Джерело: Random Nerd Tutorials, 2020])

Для забезпечення ефективної роботи створено відповідний алгоритм функціонування системи, який включає такі основні етапи:

- ініціалізацію апаратних компонентів, включаючи запуск камери ESP32-CAM та підключення до локальної Wi-Fi мережі;
 - отримання відеопотоку з камери та подальше розпізнавання облич та предметів за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору;
 - керування рухом платформи за допомогою інфрачервоного пульта дистанційного керування;
 - передачу зібраної інформації на персональний комп'ютер або мобільний пристрій через вебінтерфейс.
- Для реалізації цих завдань було створено програмне забезпечення на базі середовища Arduino IDE для модуля ESP32-CAM, яке вирішує наступні задачі:
- ініціалізацію серійного інтерфейсу для налагодження та моніторингу роботи пристрою;
 - налаштування параметрів камери, включаючи режим зйомки (JPEG), роздільну здатність кадрів (UXGA), частоту тактування модуля (XCLK);
 - визначення наявності оперативної пам'яті PSRAM для оптимізації роботи зображення;
 - налаштування мережевого підключення (SSID, пароль Wi-Fi);
 - запуск вебсервера для передачі потокового відео в реальному часі.

Окрему увагу було приділено оптимізації програмного забезпечення для ефективного використання можливостей апаратного забезпечення. Зокрема, наявність пам'яті PSRAM дозволила автоматично покращити якість переданих зображень та збільшити кількість кадрів у буфері, що позитивно вплинуло на стабільність та швидкість відеопотоку. Фрагмент програмного коду, що демонструє процес ініціалізації та налаштування компонентів системи, наведено у Додатку А.

Важливим компонентом системи є спеціально розроблений вебінтерфейс, який дозволяє отримати віддалений доступ до відеопотоку з камери ESP32-CAM. Після запуску та підключення до мережі модуль автоматично отримує локальну IP-адресу, через яку здійснюється доступ користувача через веббраузер (рисунк 1.4).

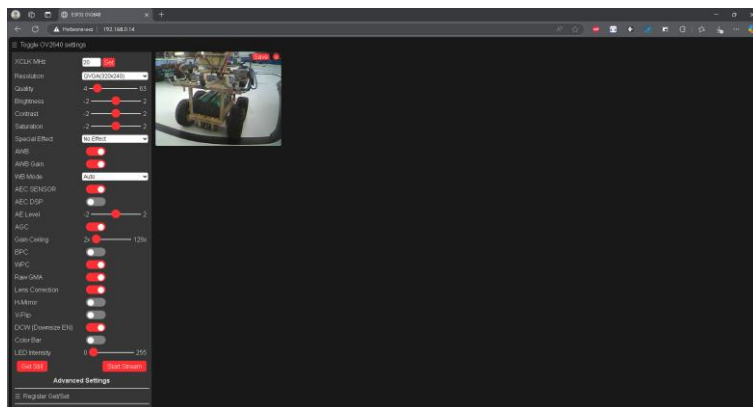


Рис.1.4 Доступ до вебінтерфейсу ESP32-CAM через браузер

Реалізований вебінтерфейс дозволяє:

- переглядати потокове відео в режимі реального часу;
- змінювати налаштування зображення, зокрема роздільну здатність і якість;
- робити та зберігати окремі кадри (знімки);
- розширювати функціональність шляхом додавання додаткових елементів керування.

Такий підхід забезпечує універсальність та мобільність розробленої робототехнічної системи, а також її доступність для використання в навчальному середовищі з метою демонстрації студентам практичного застосування сучасних технологій у сфері робототехніки, комп'ютерного зору та Інтернету речей (IoT).

Тестування розробленої системи було здійснено в аудиторних та польових умовах, де головними критеріями оцінювання стали якість передачі відеосигналу, швидкість реакції системи на команди оператора та стабільність роботи.

Отримані результати тестування представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Параметр	Результат тестування
Якість відеопотоку	480p, 20 FPS
Швидкість реакції	До 0,5 секунди
Стабільність роботи	До 60 хвилин без перерв

Таблиця 1. – Таблиця результатів тестування роботозованої системи

На рисунку 4 наведено приклад зображення, отриманого з камери ESP32-CAM, що демонструє якість передачі зображення під час роботи системи.

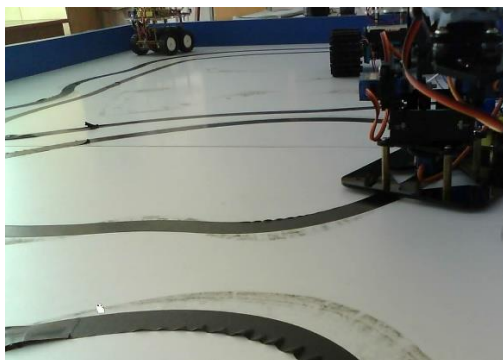


Рисунок 4 – Зображення, отримане з камери під час тестування

Таким чином, реалізоване апаратне і програмне рішення забезпечило ефективну, стабільну та автономну роботу розвідувальної робототехнічної системи, підтвердивши доцільність використання платформи Keyestudio 4WD та модуля ESP32-CAM як оптимальних рішень для освітнього процесу та практичного навчання студентів педагогічних спеціальностей комп'ютерного профілю.

Висновок до першого розділу

У розділі було досліджено теоретичні аспекти та особливості реалізації розвідувальних робототехнічних систем. Розглянуто поняття, класифікацію та сфери практичного застосування сучасних РТС, визначено їхню роль у професійній освіті майбутніх фахівців комп'ютерного профілю. Проведено аналіз сучасних апаратних і програмних рішень, зокрема платформ Arduino, ESP32 та Raspberry Pi. Запропоновано та обґрунтовано використання платформи Keyestudio 4WD із модулем ESP32-CAM для створення навчальної розвідувальної системи. Розроблено алгоритм, апаратну схему та програмне забезпечення системи з вебінтерфейсом для віддаленого моніторингу відеопотоку.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА РОЗРОБКИ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ

2.1 Огляд сучасних підходів до навчання проєктуванню робототехнічних систем у професійній освіті

У підготовці майбутніх фахівців комп'ютерного профілю в закладах професійної освіти особливого значення набуває методично обґрунтоване впровадження робототехнічних технологій у зміст навчального процесу. Особливого значення набуває практико-орієнтоване навчання, спрямоване на формування у студентів здатності застосовувати отримані знання на практиці. Це особливо актуально для підготовки майбутніх фахівців комп'ютерного профілю, які мають володіти комплексними вміннями у сферах програмування, робототехніки, системного проєктування та штучного інтелекту.

Сучасна професійна освіта орієнтується на реалізацію компетентнісного підходу, в межах якого проєктна діяльність, STEM-навчання та міждисциплінарні інтеграції відіграють ключову роль. Пріоритетним стає створення таких освітніх умов, за яких студенти не лише отримують знання, а й розробляють власні технічні рішення.

У цьому контексті особливої уваги заслуговують розвідувальні робототехнічні системи як засіб формування практичних навичок. Їх впровадження в освітній процес дозволяє:

- поєднувати знання з електроніки, програмування та мережевих технологій;
- забезпечити роботу з реальним апаратним забезпеченням (мікроконтролери, датчики, модулі зв'язку);
- організувати проєктну та дослідницьку діяльність студентів.

Аналіз фахової літератури [10–13] свідчить про ефективність таких підходів до навчання проєктуванню РТС:

- **Моделювання та симуляція:** за допомогою віртуальних середовищ (Tinkercad Circuits, Proteus) студенти можуть без ризику опановувати базові принципи побудови схем і логіки керування.
- **Поетапне навчання:** засвоєння спочатку окремих компонентів (Arduino, ESP32, мотор-шилди), а потім їх інтеграція в одну функціональну систему.
- **Проблемно-орієнтоване навчання:** студенти отримують завдання створити пристрій, що виконує розвідувальні функції в умовах, наближених до реальних (виявлення об'єктів, передача зображення, автономне переміщення).
- **Проектна діяльність:** акцент на самостійну або командну розробку прототипів, яка завершується захистом готового рішення.
- **Метод кейсів і ситуаційних задач:** дозволяє залучити студентів до аналізу типових сценаріїв використання РТС, наприклад, в умовах надзвичайних ситуацій чи охорони об'єктів.

У педагогічній практиці ефективною є реалізація дидактичного циклу, який включає:

1. Ознайомлення з функціональними можливостями платформи.
2. Опрацювання інструкцій з програмування та підключення.
3. Самостійну або групову роботу над проектом.
4. Презентацію розробленого пристрою та самооцінку результату.

Таким чином, сучасні методичні підходи до навчання проектуванню робототехнічних систем мають забезпечувати не лише технічну грамотність, а й розвиток критичного мислення, здатність до творчого вирішення інженерних задач і роботу в команді — ключові навички фахівця комп'ютерного профілю в умовах цифрової економіки.

2.2 Методика розробки робототехнічної розвідувальної системи на основі платформи keyestudio 4wd в навчальному процесі.

Розробка розвідувальної робототехнічної системи в умовах професійної освіти має ґрунтуватися не лише на технічному завданні, а й на педагогічно

обґрунтованій структурі навчального процесу, що забезпечує формування ключових компетентностей майбутнього ІТ-фахівця: технічної грамотності, інженерного мислення, навичок алгоритмізації, командної взаємодії та самостійного вирішення задач.

Методика розробки системи на базі **Keyestudio 4WD з ESP32-CAM** передбачає інтеграцію декількох освітніх блоків, які послідовно реалізуються під час навчання:

I. Ознайомчо-теоретичний етап

На цьому етапі студент знайомиться з:

- архітектурою робототехнічної платформи (Keyestudio 4WD, ESP32-CAM, Motor Driver Shield);
- принципами підключення модулів, схемами електроживлення;
- основами безпечної роботи з електронними компонентами;
- можливостями модуля ESP32-CAM (відеопотік, розпізнавання об'єктів, автономна передача даних по Wi-Fi);
- педагогічним значенням автономних систем у сфері безпеки, досліджень та моніторингу.

Завдання: сформулювати первинні знання про структуру робототехнічних систем.

II. Практично-операційний етап

Цей етап передбачає:

- роботу з Arduino IDE, конфігурацію ESP32-CAM;
- налаштування мережевих параметрів, тестування Wi-Fi з'єднання;
- розробку коду для ініціалізації камери, запуск вебінтерфейсу;
- підключення двигунів та сенсорів (ІЧ-пульс, ультразвуковий датчик) до Motor Driver Shield;
- тестування елементів окремо: відеозахоплення, керування рухом, сенсорний контроль.

Завдання: сформулювати навички роздільного тестування елементів системи.

III. Інтеграційно-конструкторський етап

На цьому етапі:

- компоненти інтегруються в єдину діючу систему;
- студенти реалізують алгоритм керування рухом із функцією відеоспостереження;
- налагоджується взаємодія всіх модулів у реальному середовищі (лабораторія, модель середовища для розвідки);
- розробляється інтерфейс користувача для перегляду відео з камери та тестується стабільність роботи.

Завдання: забезпечити міждисциплінарну інтеграцію знань і досвіду.

IV. Презентаційно-аналітичний етап

На завершальному етапі:

- студенти захищають розроблену систему (усно або у форматі міні-проєкту);
- проводиться порівняльний аналіз рішень в групі;
- оформлюється технічна та методична документація (звіт, презентація, відео роботи пристрою);
- викладач оцінює не лише функціональність, а й логіку реалізації, інноваційність підходу, командну взаємодію.

Завдання: сформулювати досвід презентації та самоаналізу результатів власної інженерної діяльності.

Результатом впровадження методики є:

- Поєднання теорії та практики на основі проєктно-орієнтованого навчання.
- Формування повного циклу професійної діяльності: від постановки задачі до реалізації та презентації готового продукту.
- Стимулювання інтересу до технічної творчості через автономні, розвідувальні системи.
- Підготовка студентів до участі в олімпіадах, конкурсах, хакатонах, а також до написання дипломних і науково-дослідних робіт.

Нами була запропонована структурно-функціональна модель навчання фахівців комп'ютерного профілю проектуванню розвідувальних робототехнічних систем (рис. 2.1). Вона відображає послідовність етапів організації навчання на базі платформи Keyestudio 4WD з ESP32-CAM і забезпечує формування професійних компетентностей у студентів через поетапне впровадження інженерної діяльності.

Структурно-функціональна модель навчання фахівців комп'ютерного профілю проектуванню розвідувальних робототехнічних систем

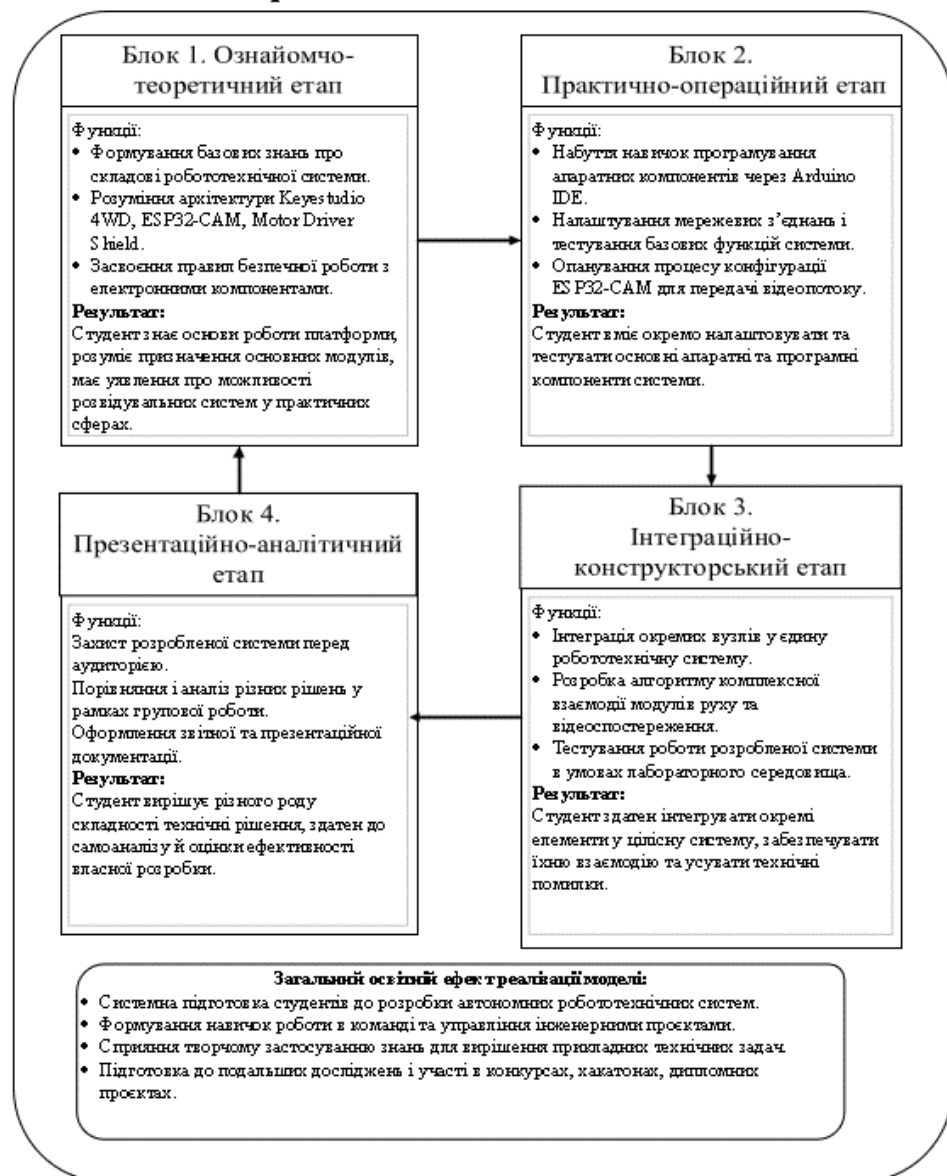


Рис.2.1. Структурно-функціональна модель навчання фахівців комп'ютерного профілю

Практична реалізація цієї моделі була втілена у вигляді діючого прототипу розвідувального мобільного робота, зібраного на основі платформи Keyestudio 4WD із використанням модуля ESP32-CAM (рисунок 2.2):

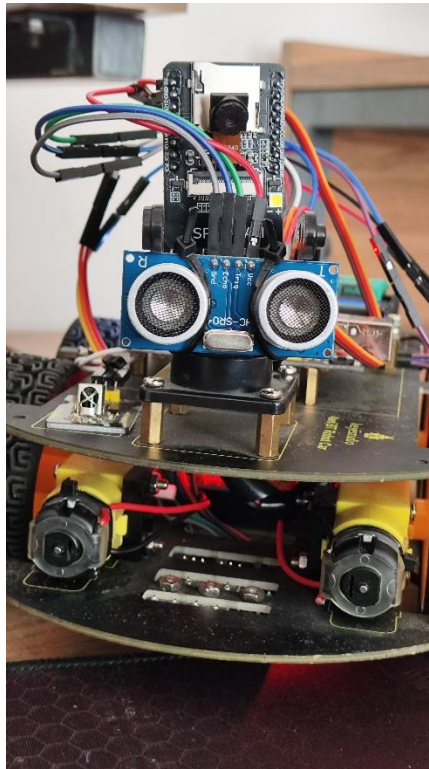


Рис. 2.2. Реалізована модель мобільної розвідувальної робототехнічної системи з камерою ESP32-CAM

Висновок до другого розділу:

У другому розділі було розроблено методику проектування системи на базі Keyestudio 4WD з ESP32-CAM. Нами було запропоновано структурно-функціональну модель навчання фахівців комп'ютерного профілю розробці розвідувальної робототехнічної моделі, яка складається з чотирьох етапів: ознайомчо-теоретичного, практично-операційного, інтеграційно-конструкторського та презентаційно-аналітичного. Такий підхід дозволяє забезпечити поступове формування професійних компетентностей студентів, спрямоване на практичну реалізацію повноцінного робототехнічного проекту.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження було спрямоване на вирішення актуальної проблеми підвищення ефективності професійної підготовки майбутніх фахівців комп'ютерного профілю шляхом інтеграції розвідувальних робототехнічних систем у навчальний процес. У роботі здійснено комплексний аналіз теоретичних засад, технічних можливостей і дидактичних підходів до проєктування подібних систем в умовах професійної освіти.

Для досягнення поставленої мети та завдань дослідження було:

1. Обґрунтовано функціональні можливості та класифікацію розвідувальних робототехнічних систем, а також програмні засоби їх проєктування.

2. Розроблено методiku використання мобільної розвідувальної робототехнічної системи у підготовці фахівців комп'ютерного профілю, включаючи необхідні робототехнічні програмні сервіси.

У ході дослідження нами було реалізовано структурно-функціональну модель навчання фахівців комп'ютерного профілю проєктуванню розвідувальних робототехнічних систем, що сприятиме поетапному формуванню професійних компетентностей студентів через інтеграцію технічних знань і розвиток навичок командної роботи, критичного мислення та інженерної творчості. Отримані результати дослідження мають як теоретичну, так і прикладну цінність, оскільки розроблена система може бути адаптована до навчальних програм професійної підготовки фахівців ІТ-галузі. Результатом подальших досліджень може бути доопрацювання апаратної частини системи, зокрема впровадження амортизаційного механізму для покращення плавності пересування робота на нерівних поверхнях та розширення можливостей його використання в умовах реального середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильківський М.В. Робототехніка: навчальний посібник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. 312 с.
2. Кузнецов С.М., Тараненко А.В. Основи робототехніки та мехатроніки: навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2019. 264 с.
3. Іщенко В.В. Інтернет речей (IoT): методологія, технології, практика: монографія. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 450 с.
4. Arduino Robotics. J.D. Warren, J. Adams, H. Molle. Apress, 2019. 628 p.
5. ESP32-CAM projects: IoT face detection and recognition. Rui Santos, Sara Santos. Random Nerd Tutorials, 2020. 185 p.
6. Слюсар В.І. Штучний інтелект в робототехніці: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2022. 320 с.
7. OpenCV with Python By Example. Gabriel Garrido Calvo. Packt Publishing Ltd, 2019. 266 p.
8. TensorFlow Lite Micro: Embedded Machine Learning on TinyML Systems. Pete Warden, Daniel Situnayake. O'Reilly Media, 2020. 315 p.
9. Robotics: Everything You Need to Know About Robotics from Beginner to Expert. Peter Mckinnon. Independently published, 2020. 220 p.
10. Іванова О.В. Професійна освіта у сфері ІТ: інновації та практика. Львів: ЛДУ БЖД, 2021. 295 с.
11. Педагогічні технології у професійній освіті: теорія і практика / за ред. А.М. Алексюк. Київ: Вища школа, 2019. 350 с.
12. Методика викладання інформаційних технологій: навчальний посібник / за заг. ред. С.О. Семерікова. Дніпро: ДНУ, 2020. 410 с.
13. Робототехнічні системи у професійній освіті: практичний досвід / за ред. В.П. Зінченко. Полтава: ПДАА, 2021. 260 с.
14. ESP32 Technical Reference Manual. Espressif Systems, 2020. 562 p.

15. Основи проєктування робототехнічних систем: методичні рекомендації до лабораторних робіт / укл. С.В. Кравченко. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 140 с.
16. Random Nerd Tutorials. ESP32-CAM AI-Thinker Pinout Guide: GPIOs Usage Explained [Електронний ресурс]. 2020. URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/> (дата звернення: 29.04.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Приклад програмного коду налаштування ESP32-CAM

```
#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
#include "camera_pins.h"
const char *ssid = "TOTOLINK_A3002R";
const char *password = "";

void startCameraServer();
void setupLedFlash(int pin);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.setDebugOutput(true);
    Serial.println();

    camera_config_t config;
    config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
    config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
    config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
    config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
    config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
    config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
    config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
    config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
    config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
    config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
    config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
```

```

config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

config.grab_mode = CAMERA_GRAB_WHEN_EMPTY;
config.fb_location = CAMERA_FB_IN_PSRAM;
config.jpeg_quality = 12;
config.fb_count = 1;

if (config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG) {
    if (psramFound()) {
        config.jpeg_quality = 10;
        config.fb_count = 2;
        config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
    } else {
        // Limit the frame size when PSRAM is not available
        config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
        config.fb_location = CAMERA_FB_IN_DRAM;
    }
} else {
    // Best option for face detection/recognition
    config.frame_size = FRAMESIZE_240X240;
}
#endif CONFIG_IDF_TARGET_ESP32S3

```

```

    config.fb_count = 2;
#endif

}

#if defined(CAMERA_MODEL_ESP_EYE)

    pinMode(13, INPUT_PULLUP);
    pinMode(14, INPUT_PULLUP);
#endif

// camera init
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
}

sensor_t *s = esp_camera_sensor_get();
// initial sensors are flipped vertically and colors are a bit saturated
if (s->id.PID == OV3660_PID) {
    s->set_vflip(s, 1);    // flip it back
    s->set_brightness(s, 1); // up the brightness just a bit
    s->set_saturation(s, -2); // lower the saturation
}

// drop down frame size for higher initial frame rate
if (config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG) {
    s->set_framesize(s, FRAMESIZE_QVGA);
}

#if          defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE)
defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_ESP32CAM)

```

```

s->set_vflip(s, 1);
s->set_hmirror(s, 1);
#endif

#if defined(CAMERA_MODEL_ESP32S3_EYE)
s->set_vflip(s, 1);
#endif

// Setup LED FLash if LED pin is defined in camera_pins.h
#if defined(LED_GPIO_NUM)
setupLedFlash(LED_GPIO_NUM);
#endif

WiFi.begin(ssid, password);
WiFi.setSleep(false);

Serial.print("WiFi connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

startCameraServer();

Serial.print("Camera Ready! Use 'http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("' to connect");
}

```

```
void loop() {  
  // Do nothing. Everything is done in another task by the web server  
  delay(10000);  
}
```

Додаток Б

Таблиця результатів тестування робототехнічної системи

№ експерименту	Умови випробування	Час роботи без збою	Якість сигналу
1	Аудиторія	60 хв	стабільна
2	Відкритий простір	50 хв	задовільна
3	Перешкоди	45 хв	задовільна