

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

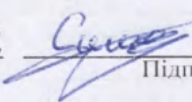
Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM  
Назва теми

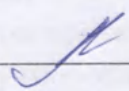
КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ  
Шифр

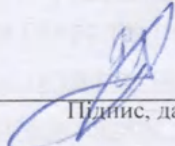
Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

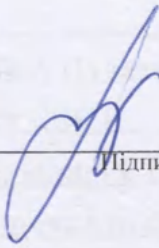
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»  
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI2-19-2  О.Ю. Забавський  
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  О. С. Засорнов  
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  С.М. Лисенко  
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем  Т.О. Говорущенко  
Підпис, дата Ініціали, прізвище

« 8 » червня 2023 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Забавський Олександр Юрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-SAM

Керівник проєкту (роботи) Засорнов О.С., к.т.н., доц.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 1.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на дипломне проєктування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

Дослідження предметної області та постановка задачі

Проектування програмно-технічного засобу

Програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу

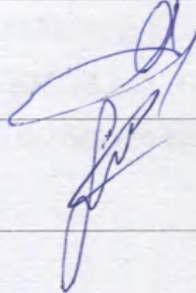
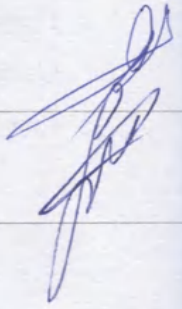
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Порівняльні характеристики СВСТ

Структурна схема робототехнічної СВСТ

Схема функціональна електрична та схема з'єднань складових робототехнічної СВСТ

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагиат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування програмно-технічного засобу	01.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу	20.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	24.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

  
Підпис

О.Ю. Забавський

Ініціали, прізвище

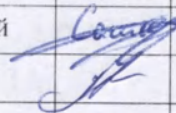
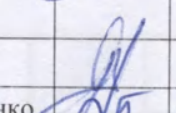
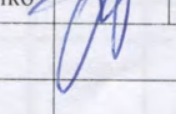
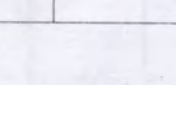
Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

О.С. Засорнов

Ініціали, прізвище

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1		<u>КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ</u>	Пояснювальна записка	55		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		<u>КвРКІ. 190212.19.02.35 Е8</u>	Порівняльні характеристики СВСТ	1		
3		<u>КвРКІ. 190212.19.02.35 Е8</u>	Структурна схема робототехнічної СВСТ	1		
4		<u>КвРКІ. 190212.19.02.35 Е2</u>	Схема функціональна електрична та схема з'єднань складових робототехнічної СВСТ	1		

					<u>КвРКІ. 190212.19.02.35 ВП</u>			
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Відомість проєкту	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Забавський				У	1	1
Перевір.		Засорнов				КІ2-19-2		
Н. контр.		Лисенко						
Зав.		Говорущенко		08.06				

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM».

Автор роботи: Забавський Олександр Юрійович.

Керівник роботи: Засорнов Олександр Сергійович.

Пояснювальна записка: 55 с., 37 рис., 8 табл., 3 дод., 42 джерел.

Графічна частина: - 3 креслення.

РОБОТОТЕХНІКА, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ВІДДАЛЕНЕ КЕРУВАННЯ,  
СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТВАРИНАМИ.

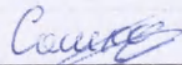
В кваліфікаційній роботі розроблено робототехнічну система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

Результатом проекту є створений макет робототехнічної системи спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

У роботі здійснено: аналіз літературних джерел, визначені характеристики пристроїв-аналогів, обґрунтовано вибір датчиків обрані складові макету,

При виконанні роботи були використано сучасні програмне забезпечення.

Практична цінність роботи полягає в проектуванні та створенні системи віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.



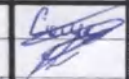

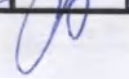

Підпис студента

08.06.2023

Дата

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ...6	
1.1 Аналіз предметної області та теоретичні основи роботи системи віддаленого спостереження за тваринами.....	6
1.2 Аналіз існуючих систем віддаленого спостереження за тваринами.....	8
1.3 Основні напрямки покращення сучасних системи віддаленого спостереження за тваринами.....	14
1.4 Формування вимог для розробки робототехнічної системи віддаленого спостереження за тваринами.....	16
1.5 Постановка задачі.....	18
1.6 Висновки.....	19
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	20
2.1 Етапи проєктування робототехнічної системи віддаленого спостереження за тваринами.....	20
2.2 Розробка структурної схеми робототехнічної СВСТ.....	21
2.3 Вибір мікроконтролера для створення робототехнічної СВСТ.....	23
2.3.1 Огляд популярних мікропроцесорів, які можуть бути використані для створення робототехнічної СВСТ.....	23
2.3.2 Основні характеристики актуальних моделей плат ESP32-CAM.....	28
2.4 Обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення робототехнічної СВСТ.....	31
2.4.1 Обґрунтування вибору відео камери робототехнічної СВСТ.....	32
2.4.2 Обґрунтування вибору блоку живлення та батареї робототехнічної СВСТ.....	35
2.4.3 Обґрунтування вибору зовнішньої Wi-Fi антени робототехнічної СВСТ.....	36
2.4.4 Обґрунтування вибору датчика руху для робототехнічної СВСТ.....	36
2.5 Висновки.....	38
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	39

КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ				
Зм	Арк	Недокум.	Підпис	Дата
Разроб.		Забавський		
Перев.		Засорнов		
Н.контр.		Лисенко		
Затв.		Говорущенко		08.08
Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP8266. Пояснювальна записка			Літера	Аркуш
			У	2
			ХНУ, КІ2-19-2	
			Аркушів	55



## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

СВСТ – систем віддаленого спостереження за тваринами

МК – мікроконтролер

PIR – Pyroelectric InfraRed (піроелектричний інфрачервоний)

ІЧ – інфрачервоне випромінювання

WiFi – Wireless Fidelity (безпроводний зв'язок)

LTE 4G – стандарт бездротової високошвидкісної передачі даних

SD – Secure Digital Memory Card (безпечна цифрова карта пам'яті)

ПЗ – програмне-забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ОС – операційна система

ПАЗ – програмно-апаратне забезпечення

МЗ – мобільний засіб

AP – Access Point (точка доступу)

IDE – Integrated Development Environment (інтегроване середовище розробки)

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Застосування систем віддаленого спостереження за тваринами (СВСТ) є широкими і охоплюють наукові дослідження, збереження біорізноманіття, екологічний моніторинг та охорону тваринних видів. Такі системи дозволяють отримати цінні дані про поведінку тварин, дослідити їх середовище та сприяють кращому розумінню природи.

Враховуючи технологічний розвиток сучасної мікроконтролерної техніки, СВСТ можна вдосконалити. Покращені СВСТ повинні бути більш точними, ефективними та доступними. Сучасні СВСТ є потужним інструментом для дослідження поведінки та вивчення тварин у їх природному середовищі. Їх створюють з використовуючи сенсори, засоби для передачі даних та оброки і моделювання даних. СВСТ можуть бути інтегровані з іншими системами.

Загалом, СВСТ мають значний потенціал для наукових досліджень, охорони та використання природних ресурсів. Вони дозволяють здійснювати дослідження безпосередньо в природному середовищі для прийняття рішень у галузі охорони природи та збереження тваринних видів.

Метою роботи є розробка робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера (МК) ESP32-CAM. Поставлена мета досягається рішенням основної задачі роботи: розробкою робототехнічної СВСТ та перевіркою роботи за допомогою макета.

Об'єктом дослідження є програмно-апаратний засіб - робототехнічна СВСТ.

Предметом дослідження є формалізований опис та схеми робототехнічної СВСТ.

Практичне значення має створений макет робототехнічної СВСТ з використанням МК ESP32-CAM, яку можна застосовувати в побутових цілях для контролю самопочуття.

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Аналіз предметної області та теоретичні основи роботи системи віддаленого спостереження за тваринами

Сучасні система віддаленого спостереження за тваринами (СВСТ) є комплексом технологій, які дозволяють відстежувати та аналізувати поведінку тварин безпосередньо з використанням відеозапису, звуку або інших сигналів. Такі систем використовують для дослідження дикої природи, екології, поведінки тварин та інших наукових досліджень [1].

До основні напрямків пов'язаних з дослідженнями за допомогою СВСТ відносять: використання сенсорів, трансмісію та обробку отриманих даних, моделювання ситуації та прогнозування, інтегрування з іншими спеціалізованими системами для дослідження, етичні аспекти використання, технологічний розвиток СВСТ (рисунок 1.1).

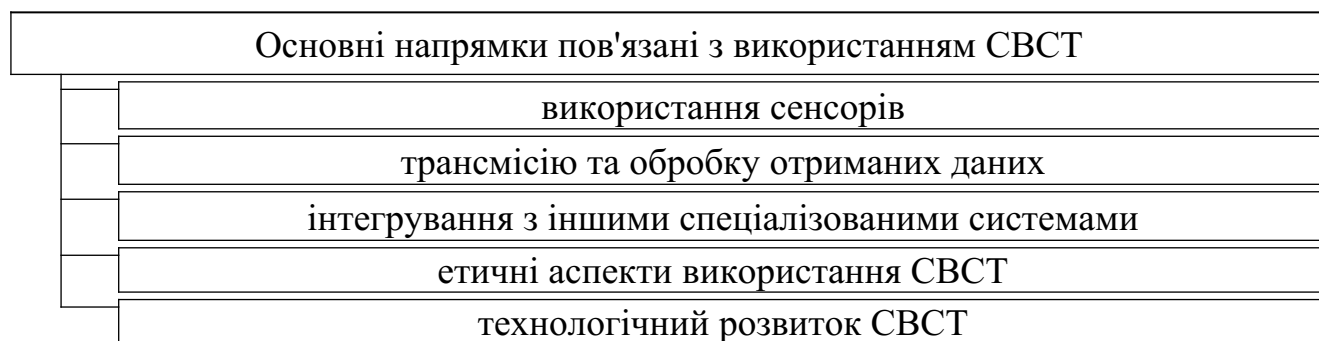


Рисунок 1.1 – Основні напрямки покращення сучасні СВСТ

Сенсори: Використання різних типів сенсорів дозволяє збирати дані про тварин. До таких сенсорів можна віднести: відеокамери (для відеозапису та передачі зображень), мікрофони (для записують звукових сигналів) [1].

Трансмісія даних: Зібрані дані передаються з використанням різних методів передачі, таких як радіо, супутникова зв'язок або бездротові мережі. Це дозволяє отримувати дані в режимі реального часу або після завершення спостережень [2].

Обробка даних: Дані підлягають обробці та аналізу для витягування корисної інформації. Обробка даних може включати автоматичну ідентифікацію видів тварин, визначення їх рухових шаблонів, виявлення певних подій або активностей, вимірювання параметрів поведінки та статистичний аналіз [3].

Моделювання та прогнозування: На основі зібраних даних можуть бути побудовані моделі та алгоритми для прогнозування поведінки тварин, змін середовища або виявлення потенційних загроз. Це може бути корисно для здійснення заходів з охорони природи, контролю здоров'я тварин або управління природними ресурсами [4].

Інтеграція з іншими системами: СВСТ можуть бути інтегровані з іншими системами та технологіями, наприклад, географічними інформаційними системами (ГІС), що дозволяють показати дані на карті, або іншими сенсорними мережами для комплексного моніторингу навколишнього середовища [2].

Етичні аспекти: При розробці та застосуванні СВСТ важливо враховувати етичні аспекти. Це означає, що необхідно забезпечувати безпеку та існування тварин під час збору даних [3]. Системи повинні бути налаштовані таким чином, щоб мінімізувати вплив на життя тварин та їх середовище. Крім того, необхідно дотримуватися міжнародних стандартів та протоколів, пов'язаних з дослідженням та спостереженням тварин.

Технологічний розвиток: СВСТ постійно вдосконалюються завдяки технологічному розвитку. Нові датчики, методи аналізу даних та алгоритми роблять такі системи більш точними, ефективними та доступними [1]. Розробка нових інноваційних рішень допомагає покращувати нашу здатність вивчати та зберігати інформацію про тваринний світ. [5].

Аналіз предметної області СВСТ включає дослідження різних аспектів тваринного життя, таких як міграція, взаємодія з іншими видами, способи

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

полювання або споживання їжі, розмноження та інші важливі аспекти поведінки. Саме такі дослідження можна проводити з використанням СВСТ, до складу яких входять відео та аудіо пристрої, радіочастотні або супутникові засоби спостереження [2].

## 1.2 Аналіз існуючих систем віддаленого спостереження за тваринами

Аналіз існуючих СВСТ неможливо здійснити без порівняння між собою їх характеристик. Тому для розробки робототехнічної СВСТ необхідно проаналізувати існуючі системи. Після детальної пророби були виявлені п'ять найбільш цікавих для розгляду сучасних СВСТ: Outdoor IP66 Waterproof 4K, LTL ACORN 6511MG 4G , BolyGuard MG984G-36M, LS VISION 2K 4G, LCLCТЕК 4G [6 - 10]. Охарактеризуємо кожен з обраних СВСТ та визначимо область їх застосування.

Система "Outdoor IP66 Waterproof 4K" (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд системи "Outdoor IP66 Waterproof 4K"

Опис: Зовнішня водонепроникна камера 4K, яка має сонячну батарею та Wireless Fidelity (WiFi) з'єднання. Окрім того камера може бути облаштована інфрачервоною камерою для нічного спостереження. Її переваги: Висока якість

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

зображень, точна ідентифікація руху тварин, можливість роботи без заміни батареї. Обмеження: Висока вартість (4519 грн.) та складність налаштування, обмежений дальній зв'язок [6].

Система "LTL ACORN 6511MG 4G " (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд системи "LTL ACORN 6511MG 4G "

Опис: камера LTL ACORN 6511MG 4G з'єднана з стільниковою мережею мобільного зв'язку. Камера має розширений блок керування кнопками з екраном дисплея та подвійний PIR датчик низької потужності. Подвійний PIR датчик низької потужності має характеристики високої точності та чутливості, що дозволяє уникнути помилок або пропускання зображення. Низький струм в режимі очікування (струм у режимі очікування - 60uA, що набагато нижче, ніж у інших брендів та дозволяє збільшити час роботи камери). Можливість вибрати різні діапазони з підтримкою TDD LTE та FDD LTE 4G. У мережному режимі 4GLTE ви можете швидко відправити 12 мільйонів пікселів Оригінальне велике

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

зображення або менше 10 МБ відеофайлів у поштову скриньку ueser або ftp-сервер. Її переваги: Висока якість зображень, точна ідентифікація руху тварин. Обмеження: Високі вартість (22178 грн.), зв'язок обмежений зонами покриття, складність налаштування [7].

Система "BolyGuard MG984G-36M" (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд системи "BolyGuard MG984G-36M"

Опис: MG984G-36M є однією з найсучасніших бездротових камер на ринку. Модуль 4G в камері забезпечує високу швидкість передачі відео та фото. Камера має запатентовану технологію BolyRaw для обробки зображень. Ця камера відмінно працює як вдень, так і вночі і може нормально працювати в дощову і сніжну погоду. Вночі камеру не будуть виявлені тваринами тому що для освітлення використовують невидимий для тварин ІЧ джерело світла. Він робить природні фотографії та відео, не турбуючи тварин. Її переваги: Висока точність виявлення тварин навіть у складних умовах освітлення, можливість відстеження нічної активності. Обмеження: Вимагає додаткового джерела живлення, зв'язок обмежений зонами покриття, високі вартість (11424 грн.) [8].

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система "LS VISION 4G SIM" (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд системи "LS VISION 4G SIM"

Опис: Вбудований акумулятор та 4G або Wi-Fi , Жодних проблем з проводкою та додатковими витратами на встановлення. Сонячна панель забезпечує безперервне живлення протягом 365 днів, усуваючи незручності та проблеми із заміною елементів живлення. Кольорове нічне бачення 2K та PTZ. Можливість панорамування 355 °, нахилу 90 ° та 4-кратного цифрового зуму підвищує гнучкість бездротової камери відеоспостереження, щоб отримати ідеальний огляд. 2 прожектори 6500K забезпечують високоякісне кольорове зображення в 2K HD вночі, бачать все з яскравими деталями та отримують більше чіткості, ніж будь-коли раніше. Миттєве повідомлення та сирена/світлова

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналізація. Вбудований Високочутливий динамік, мікрофон та датчик виявлення PIR, при виявленні руху зовнішня бездротова камера миттєво відправить тривожне повідомлення на ваш мобільний телефон, автоматично записує відео та аудіо з сигналом тривоги та видає звуковий сигнал/спалах з високим децибел, щоб попередити небажаних гостей, Або ви також можете відразу ж перевірити живе зображення та поговорити з відвідувачем. Карта Micro SD та Хмарне сховище. Ця бездротова камера домашньої безпеки має вбудований слот SD для локального сховища Камера Outdoor WiFi також може використовувати хмарне сховище. Водонепроникність IP66 та 2-річна гарантія. Її переваги: можливість відстеження нічної активності, можливість роботи без заміни батареї. Обмеження: Вимагає додаткового джерела живлення, зв'язок обмежений зонами покриття, вартість (3579 грн) [9].

Система "LCLCTEK 4G" (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд системи "LCLCTEK 4G"

Опис: камера підтримує підключення SIM-карти 4G, не може підтримувати з'єднання WIFI. Додаток Ubox для камери можна завантажити як програму, відсканувавши QR-код у посібнику користувача. Зарядження акумулятора камери близько 8-10 годин. Камера працює тільки з мобільним додатком і не підтримує

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

ONVIF, не може працювати з NVR. Камера має наступні особливості: функцію виявлення руху PIR: низьке енергоспоживання: локальне сховище TF-карти (макс. 128 ГБ); та хмарне сховище; двобічний аудіо зв'язок; підтримку невидимого нічного бачення 940 нм; підтримка мобільних пристроїв системи Android iOS, віддалений моніторинг у реальному часі; вбудовані батареї 30000 мАг. Її переваги: можливість відстеження нічної активності. Обмеження: Вимагає додаткового джерела живлення, зв'язок обмежений зонами покриття, вартість (5726 грн.) [10].

Для простоти сприйняття основні технічні характеристики розглянутих СВСТ зведені у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльні характеристики СВСТ

Характеристика	Outdoor IP66 Waterproof 4K	LTL ACORN 6511MG 4G	BolyGuard MG984G-36M	LS VISION 2K 4G	LCLCTEK 4G
Тип	зовнішня	зовнішня	зовнішня	зовнішня	зовнішня
Передача сигналу	бездротова	бездротова	бездротова	бездротова	бездротова
Технологія передачі	WiFi	4G	4G	WiFi	4G
Водонепроникність	IP66	IP66	IP66	IP66	IP66
Роздільна здатність зображення	4 Мп	12 Мп	4 Мп	1 Мп	4 Мп
Локальне сховище	SD/SDHC до 128 ГБ	SD/SDHC до 128 ГБ	SD до 32 ГБ	SD/SDHC до 128 ГБ	TF до 128 ГБ

Кінець таблиці 1.1 – Порівняльні характеристики СВСТ

Хмарне сховище	не підтримує	підтримує	підтримує	підтримує	підтримує
ІЧ-освітлення	присутнє	присутнє	присутнє	присутнє	присутнє
Живлення	акумулятор	акумулятор	акумулятор	акумулятор	акумулятор
Сонячна панель	присутня	відсутня	відсутня	присутня	присутня
Вбудований мікрофон і динамік	присутні	присутні	присутні	присутні	присутні
Ціна	4519 грн.	22178 грн.	11424 грн.	3579 грн.	5726 грн.

Усі розглянуті системи мають свої особливості та переваги, і найкращий вибір залежатиме від конкретних потреб, бюджету та особливостей спостережуваних тварин. Для правильного вибору СВСТ важливо визначити оптимальний варіант для кожного конкретного випадку.

Наприклад для спостереження за тваринами що лазять по деревах краще не використовувати камери з великою кількістю частин що виступають оскільки це може зацікавити тварину і призведе до пошкодження СВСТ. Наявність сонячних батарей в такому випадку теж може бути не виправдано оскільки вони доволі крихкі і можуть бути легко пошкоджені.

Проведений аналіз сучасних СВСТ показав що серед розглянутих систем нема таких які дозволяють змінювати програмне забезпечення (ПЗ) в залежності від вимог користувача. Усі системи є доволі дорогі.

### 1.3 Основні напрямки покращення сучасних системи віддаленого спостереження за тваринами

Сучасні СВСТ вже доволі досконалі, проте завжди є можливість покращення. Для їх удосконалення потрібно визначити основні напрямки покращення до яких можна віднести: використання високоякісних камер, вдосконалення датчиків руху, використання технологій розпізнавання образів, використання бездротових технологій передачі даних, розробка спеціалізованого програмного забезпечення, вдосконалення систем енергоживлення, використання технологій GPS та RFID, збільшення масштабування систем, застосування інтеграції даних.

**Використання високоякісних камер:** Вдосконалення якості та роздільної здатності камер може допомогти отримати чіткіші зображення та більш точну інформацію про тварин. Важливо обирати камери з великим діапазоном динамічного зображення та можливістю записувати високоякісне відео.

**Вдосконалення датчиків руху:** Розвиток більш чутливих та точних датчиків руху дозволить виявляти рух тварин з вищою точністю. Це дозволить спостерігати навіть за меншими або швидко рухливими видами.

**Використання технологій розпізнавання образів:** Впровадження алгоритмів розпізнавання образів та штучного інтелекту може допомогти автоматизувати процеси аналізу зображень і виявлення тварин. Це зменшить час, необхідний для обробки великого обсягу даних та роботи зі знімками.

**Використання бездротових технологій передачі даних:** Використання бездротових технологій передачі даних, таких як супутниковий зв'язок або мережі IoT (Internet of Things), може значно полегшити збір і передачу даних з віддалених регіонів, що дозволяє спостерігати за тваринами в реальному часі.

**Розробка спеціалізованого програмного забезпечення:** Розробка програмного забезпечення, спеціально призначеного для аналізу і обробки даних.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вдосконалення систем енергоживлення: Покращення ефективності та тривалості роботи батарей та акумуляторів може забезпечити стабільне та тривале функціонування систем віддаленого спостереження. Використання сонячних панелей або інших альтернативних джерел енергії може зробити системи більш самостійними та довготривалими.

Використання технологій GPS та RFID: Впровадження систем GPS та RFID може допомогти відстежувати рух тварин, їх міграції та поведінку в реальному часі. Це може забезпечити більш точну інформацію про життєві звички та здоров'я тварин.

Збільшення масштабування систем: Розробка систем, які можуть масштабуватися та використовуватися на великих територіях, дозволить збирати дані з більшої кількості місць і вивчати поведінку та екологію більшого спектру видів.

Застосування інтеграції даних: Поєднання даних, отриманих з різних джерел, таких як камери, датчики та GPS, може дати більш повну та детальну картину про тваринний світ. Інтеграція даних допомагає зрозуміти взаємозв'язки між видами та середовищем, що сприяє більш ефективному керуванню та збереженню природи.

Перераховане є лише загальними пропозиціями для покращення сучасних систем віддаленого спостереження за тваринами.

Для кращого сприйняття основні напрямки представлені на рисунку 1.7.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

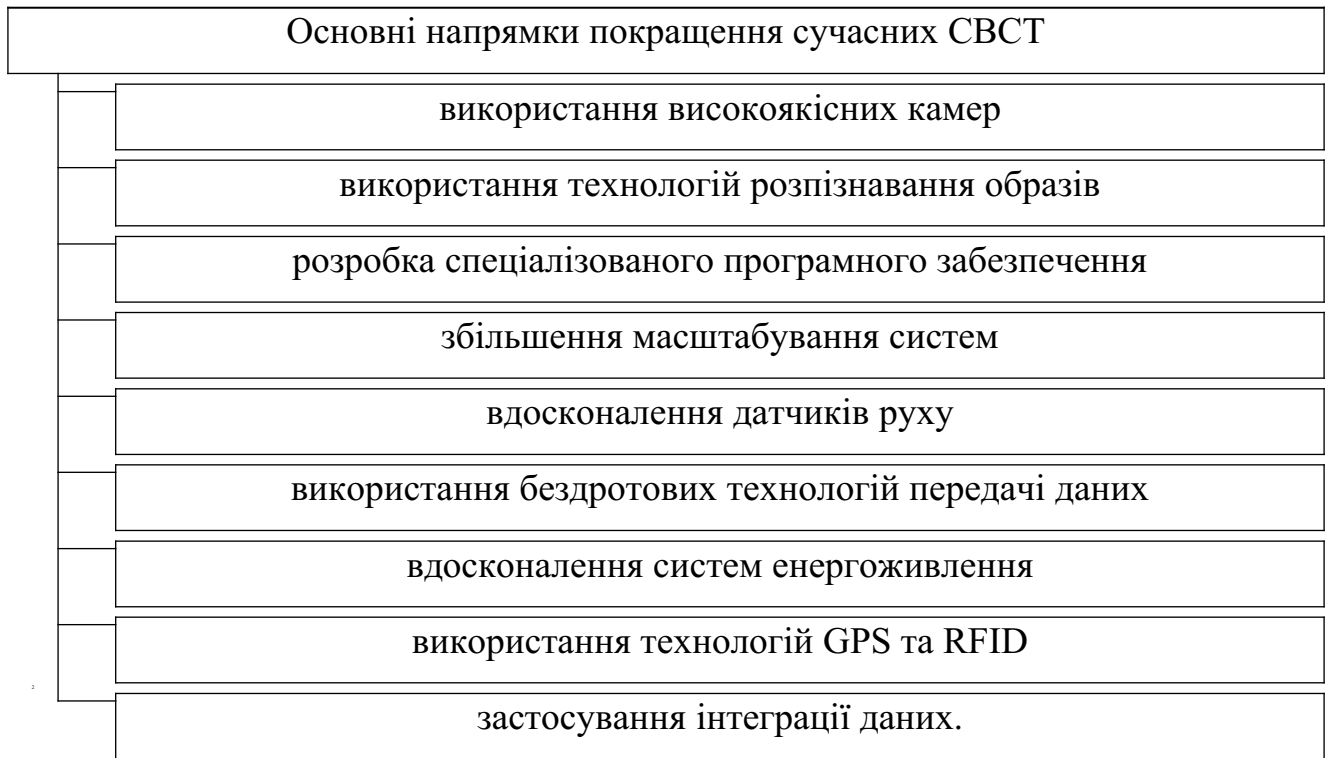


Рисунок 1.7 – Основні напрямки покращення сучасні СВСТ

#### 1.4 Формування вимог для розробки робототехнічної системи віддаленого спостереження за тваринами

Оскільки метою роботи є створення робототехнічної СВСТ. Необхідно сформулювати вимоги для її розробки. Такі вимоги можна сформулювати після опрацювання теоретичних та практичних відомостей стосовно СВСТ [11, 12].

Достатня якість зображення: СВСТ повинна мати можливість забезпечувати достатньо високу якість зображення для чіткого та детального спостереження за тваринами.

Нічний режим: СВСТ повинна мати можливість працювати в умовах обмеженого освітлення або повністю відсутнього світла. Для цього можуть використовуватися камери з вбудованими ІЧ-підсвічуванням або інші технології нічного бачення.

Детектування руху: СВСТ повинна мати можливість виявляти рух тварин та автоматично активувати запис або сповіщення. Це може досягатися за допомогою датчиків руху або алгоритмів комп'ютерного зору.

Запис і збереження даних: СВСТ повинна мати можливість записувати відео або знімки тварин та зберігати їх для подальшого аналізу. Це може вимагати використання масивних сховищ даних, таких як сервери або хмарні рішення.

Віддалений доступ: СВСТ повинна мати можливість забезпечувати віддалений доступ до відеостріму або записів тварин, щоб користувачі могли спостерігати за ними з будь-якого місця за допомогою комп'ютера, смартфона або планшета.

Наявність системи сповіщень: СВСТ повинна мати можливість надсилати сповіщення для контролю правильності її роботи.

Стійкість до погодних умов: СВСТ повинна бути стійкою до різних погодних умов, таких як дощ, сніг, вітер і температурні зміни. Камери та інші компоненти системи повинні мати відповідну захисту від вологи і пилу.

Масштабованість: СВСТ повинна бути масштабованою, щоб забезпечити спостереження за більшою площею або більшою кількістю тварин. Це може включати можливість додавання додаткових камер або інших пристроїв до системи.

Ефективне використання енергії: СВСТ повинна ефективно використовувати енергію, особливо якщо вона встановлюється в віддалених або важкодоступних місцях. Це може включати використання енергозберігаючих режимів, сонячних батарей або акумуляторів.

Інтеграція з іншими системами: СВСТ повинна мати можливість інтегруватися з іншими системами відеоспостереження, охоронної сигналізації або системами керування, щоб забезпечити комплексний підхід до безпеки та спостереження.

Зручність у використанні: СВСТ повинна мати доволі простий інтерфейс користувача який може забезпечити її роботу та бути ремонтпридатною.

Можливість заміни програмного забезпечення: СВСТ повинна мати можливість пере програмування під вимоги користувача.

Основні вимоги до таких систем можуть включаючи наступні (рисунок 1.8):

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні вимоги до СВСТ	
	достатня якість зображення
	нічний режим роботи
	детектування руху
	запис і збереження даних
	віддалений доступ
	наявність системи сповіщень
	стійкість до погодних умов
	масштабованість
	ефективне використання енергії
	інтеграція з іншими системами
	зручність у використанні
	можливість заміни програмного забезпечення

Рисунок 1.8 – Основні вимоги до СВСТ

### 1.5 Постановка задачі

Постановка задачі роботи може вмішувати наступні етапи розробки робототехнічної СВСТ: аналітичний огляд сучасних СВСТ; підбирання складових; розробка електричної схеми та апаратної частини; розробка алгоритму роботи; розробка програмного забезпечення; програмування мікроконтролера ESP32-CAM; перевірка роботи (тестування системи) та аналіз її ефективності; розрахунок матеріальних витрат; оформлення звіту за результатами дослідження.

Виконання усіх перерахованих етапів розробки СВСТ дозволяє досягнути мету роботи - розробити робототехнічну систему віддаленого спостереження за тваринами з використанням МК ESP32-CAM, виконати її експериментальну перевірку та порівняння з сучасними СВСТ.

## 1.6 Висновки

Визначено п'ять основні напрямків пов'язаних з дослідженнями за допомогою СВСТ до яких входять: використання сенсорів, трансмісію та обробку отриманих даних, моделювання ситуації та прогнозування, інтегрування з іншими спеціалізованими системами для дослідження, етичні аспекти використання, технологічний розвиток СВСТ.

Виявлено що існує доволі велика кількість сучасних СВСТ. Тому для розробки робототехнічної СВСТ були проаналізовані характеристики існуючих системи. Після детальної пророби були обрані п'ять найбільш цікавих для розгляду сучасних СВСТ. Та створена таблиця з порівняльними характеристиками обраних СВСТ.

Визначені дев'ять основних напрямків покращення СВСТ до яких можна віднести: використання високоякісних камер [13], вдосконалення датчиків руху, використання технологій розпізнавання образів, використання безпроводових технологій передачі даних, розробка спеціалізованого програмного забезпечення, вдосконалення систем енергоживлення, використання технологій GPS та RFID, збільшення масштабування систем, застосування інтеграції даних.

Були сформування дванадцять вимог для розробки робототехнічної СВСТ до яких віднесено: достатня якість зображення, нічний режим роботи, детекція руху, запис і збереження даних, віддалений доступ, наявність системи сповіщень, стійкість до погодних умов, масштабованість, ефективне використання енергії, інтеграція з іншими системами, зручність у використанні, можливість заміни програмного забезпечення.

Мета кваліфікаційної роботи - створення робототехнічної СВСТ шляхом формування вимог та розробки макета.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

### 2.1 Етапи проектування робототехнічної системи віддаленого спостереження за тваринами

Проектування робототехнічних СВСТ – це процес створення нового виробу який задовольняє вимогам користувача. Основа будь якого проекту – це сукупність технічних документів за якими виріб може бути виготовлений. Процес проектування нового виробу є стандартизований і може вміщувати етапи: розробка технічного завдання; розробка технічної пропозиції; ескізний проект; технічний проект. Якщо більш детально конкретизувати етапи проектування робототехнічної СВСТ то основні складові має вміщувати:

**Визначення вимог:** На цьому етапі встановлюються основні вимоги до системи, враховуючи потреби користувачів та характеристики тварин, які будуть спостерігати. Вимоги можуть включати роздільну здатність зображень, детекцію руху, нічний режим, масштабованість тощо.

**Вибір апаратного забезпечення:** На цьому етапі обираються компоненти, які будуть використовуватися у системі. Це можуть бути камери, механізми панорамного обертання, сенсори руху, МК або міні-комп'ютери, такі як Raspberry Pi, Arduino або інші.

**Проектування механічної конструкції:** Якщо система вимагає рухомих компонентів, то на цьому етапі розробляється механічна конструкція, яка дозволить забезпечити необхідний рух камери або інших елементів системи.

**Розробка програмного забезпечення:** На цьому етапі створюється програмне забезпечення, яке буде контролювати робототехнічну систему. Це може включати програми для збору та обробки даних з камер, алгоритми детекції руху, системи комунікації з віддаленими пристроями тощо.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтеграція та тестування: Після розробки апаратного забезпечення і програмного забезпечення проводиться їх інтеграція. Система піддається тестуванню для перевірки працездатності, надійності та відповідності вимогам.

Впровадження та підтримка: На цьому етапі система готова до впровадження в реальних умовах.

Під час проектування робототехнічної системи віддаленого спостереження за тваринами важливо врахувати всі ці етапи для забезпечення ефективної та надійної роботи системи.

Таке проектування СВСТ завжди регламентуються нормативно-технічними документами, які включають ДСТУ [14-17].

СВСТ можна спроектувати тільки після розгляду взаємодії робототехнічної системи із зовнішнім середовищем та оптимізації технічних вимог.

Апаратне та програмне забезпечення – це дві складові, без яких створення робототехнічної СВСТ неможливе. Поєднання цих частин часто називають програмно-апаратним забезпечення (ПАЗ).

## 2.2 Розробка структурної схеми робототехнічної СВСТ

Для вибору складових робототехнічної СВСТ потрібно розрити її структурну схему. До апаратних складових СВСТ повинні входити: МК, світлодіод підсвічування (система нічного освітлення), живлення, microSD, відеокамера. Окрім перерахованого для обробки і кінцевого збереження результатів та програмування потрібно мати персональний комп'ютер (ПК). Також для мобільності можна використовувати мобільний засіб (МЗ). В мінімальній конфігурації ці засоби використовують лише як WI-FI Client. Проте можливе використання ПК як WI-FI Serwer особливо якщо дані, які потрібно зберігати мають великий обсяг. МЗ використовувати як WI-FI Serwer вважаємо недоцільним оскільки ці пристрої мають обмежену кількість пам'яті. МК ESP32-

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

САМ в СВСТ потрібно використовувати як точку доступу - Access Point (AP) представлено на рисунку 2.1 [18].

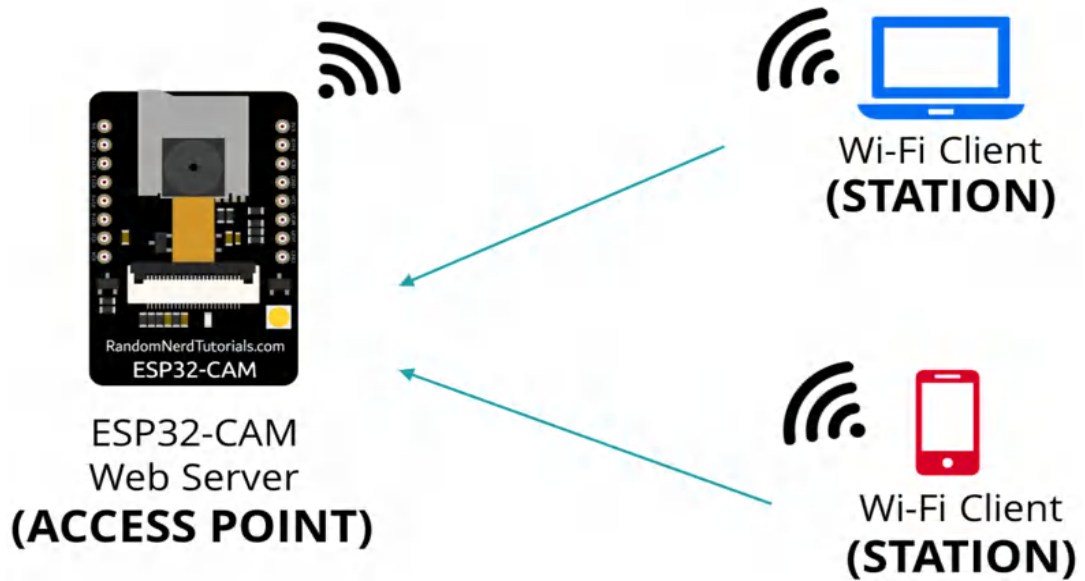


Рисунок 2.1–Точка доступу ESP32-CAM

Для збільшення відстані від ESP32-CAM (тобто від СВСТ) до ПК або МТ можна використати router [21].

На рис. 2.2 зображена остаточна структурна схема пристрою, яка показує взаємозв'язок елементів робототехнічної СВСТ.

При виборі МК для створення робототехнічної СВСТ необхідно враховувати такі основні фактори: потужність, вбудовані додаткові засоби, енергетична ефективність, розширення можливостей, ресурси та підтримка спільноти.

### 2.3 Вибір мікроконтролера для створення робототехнічної СВСТ

**Потужність:** МК повинен мати достатню швидкість та ресурс для роботи СВСТ (включаючи обробку відеоданих, аналіз зображень, комунікацію).

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вбудовані додаткові засоби: Важливими є наявність додаткових засобів, такі як: підтримка камери, Wi-Fi або Bluetooth модулів, GPIO порти для підключення додаткових пристроїв тощо.



Рисунок 2.2 – Структурна схема робототехнічної СВСТ

Енергетична ефективність: Для робототехнічної системи, яка працює на батареї або живлення від сонячних панелей, енергетична ефективність є важливою. Оберіть МК з низьким споживанням енергії, щоб забезпечити тривалу роботу системи.

Розширення можливостей МК шляхом підключення додаткових модулів чи розширювальних плат, що дозволить вам розширити функціональність системи в майбутньому.

Ресурси та підтримка спільноти: Важливо обрати МК, для якого існують документація, приклади коду, бібліотеки та підтримка від спільноти розробників. До таких ресурсів можна віднести офіційну документацію виробників (компаній, : Arduino, Raspberry Pi, STM32, PIC та інш): посібники та приклади коду для

мікроконтролерів; документація з сайтів виробників. Все це допоможе вам швидше розробити систему та отримати допомогу у вирішенні проблем.

### 2.3.1 Огляд популярних мікропроцесорів, які можуть бути використані для створення робототехнічної СВСТ

Розглянемо основні найбільш популярні мікропроцесори, які можуть бути використані для створення робототехнічної СВСТ: Arduino, Raspberry Pi, NVIDIA Jetson, ESP32-CAM, BeagleBone Black, Intel Edison, STM32 Discovery, Atmel SAM D21, Texas Instruments MSP430.

Arduino є популярною платформою для розробки робототехнічних систем. Є різноманітні моделі плат Arduino, включаючи Arduino Uno, Arduino Mega і Arduino Nano, які мають вбудовані можливості для підключення сенсорів, камер та модулів зв'язку. Arduino має велику спільноту розробників, що забезпечує наявність багатьох ресурсів та підтримку (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд Arduino Uno

Raspberry Pi є потужним одноплатним комп'ютером з можливостями відеообробки та зв'язку. Він має вбудований HDMI-вихід для підключення камери, бездротові модулі Wi-Fi та Bluetooth, а також GPIO порти для

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

підключення додаткових пристроїв. Raspberry Pi працює під управлінням операційної системи (рисунк 2.2).



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд Raspberry Pi 4 Model B

NVIDIA Jetson є спеціалізованою платформою для розробки систем штучного інтелекту та комп'ютерного зору. Вона має достатню оброблювальну потужність. NVIDIA Jetson має вбудовані модулі камери та забезпечує можливості підключення різних сенсорів та модулів зв'язку (рисунк 2.3).

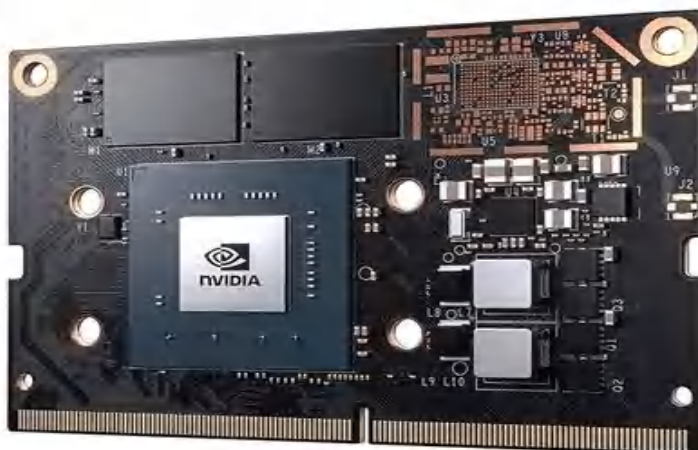


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд NVIDIA Jetson Nano Module

ESP32-CAM є компактною платою, що поєднує в собі МК ESP32 та камеру. Вона має вбудований Wi-Fi модуль та може бути використана для створення

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ				

систем відеоспостереження за тваринами. ESP32-CAM має достатню потужність, та привабливу ціну (рисунок 2.4).

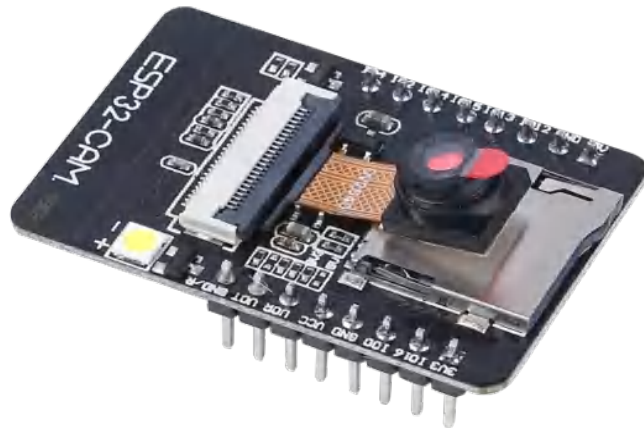


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд ESP32-CAM

BeagleBone Black є ще однією платформою комп'ютерів на одній платі, яка має велику кількість портів (рисунок 2.5).

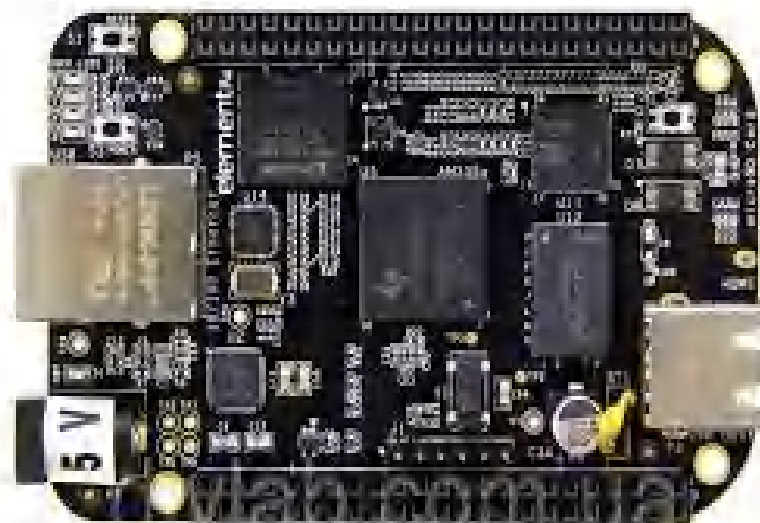


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд BeagleBone Black Rev.C Element 14

Intel Edison є компактною платформою, яка поєднує в собі мікропроцесор Intel Atom з підтримкою Wi-Fi та Bluetooth. Вона має достатню потужність для виконання завдань системи відеоспостереження за тваринами (рисунок 2.6).

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд ATSAM-D21-XP-RO

Texas Instruments MSP430 є серією низькопотужних МК від Texas Instruments. Вони мають низьке споживання енергії та підтримують різні периферійні пристрої, такі як камера та бездротові модулі, що робить їх підходящими для використання в системах відеоспостереження за тваринами. (рисунок 2.9).

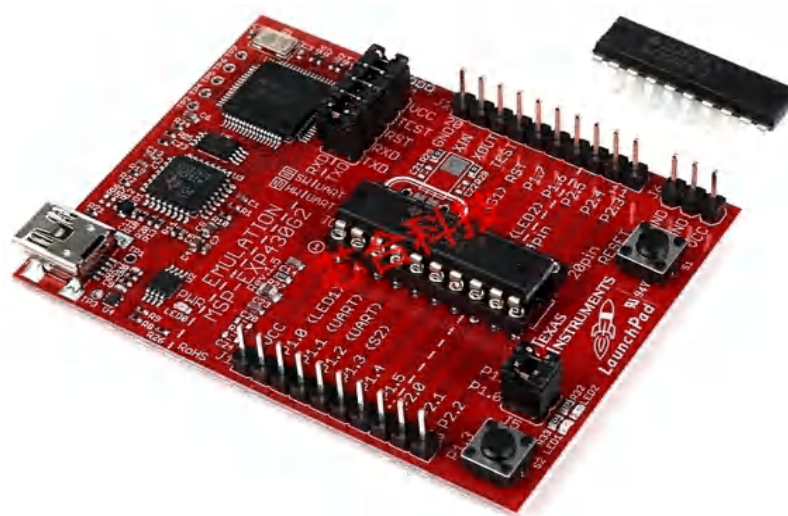


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд Texas Instruments MSP430

Результатом огляд популярних мікропроцесорів, які можуть бути використані для створення робототехнічної СВСТ став вибір МК ESP32 -CAM з камерою. Оскільки він має всі необхідні характеристики.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ				

### 2.3.2 Основні характеристики актуальних моделей плат ESP32-CAM

ESP32-CAM є платою, яка поєднує в собі МК ESP32 та камеру, що дозволяє легко реалізувати проекти з використанням зображення та відео. Існує кілька актуальних моделей ESP32-CAM, які можуть мати деякі варіації у характеристиках. Нижче наведено загальні особливості та характеристики, які можна зустріти у більшості моделей ESP32-CAM [18]:

#### Мікроконтролер ESP32-CAM:

Процесор з архітектурою Xtensa LX6.

Частота процесора зазвичай становить 160 MHz (можливі варіації).

Вбудована пам'ять Flash для програмного забезпечення.

Підтримка бездротового зв'язку Wi-Fi та Bluetooth.

#### Камера:

Зовнішня камера з підтримкою зображень та відео.

Розширення зображення та параметри регулюються у різних моделях.

Підтримка функцій зйомки, запису та обробки зображень.

#### Зовнішні інтерфейси:

Роз'єми для підключення розширень та периферійних пристроїв (наприклад, GPIO, I2C, SPI).

Підтримка microSD- карт для зберігання даних.

#### Живлення:

Робота від джерела живлення 3,3 V.

Підтримка підключення батарейного живлення.

#### Розміри та форм-фактор:

Невеликі розміри та компактний форм-фактор, що дозволяє легко використовувати у проектах.

Конкретні характеристики можуть відрізнятися в залежності від виробника та моделі ESP32-CAM (таблиця 1.2) [18].

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Характеристики ESP32 -CAM з залежності від інтегральній мікросхеми

Назва	Кількість ядер	Вбудована флеш-пам'ять (MiB)	Розмір	Опис
ESP32-D0WDQ6	2	0	6×6 мм	Початковий чіп виробництва випуску серії ESP32.
ESP32-D0WD	2	0	5×5 мм	Менший фізичний варіант схожий на ESP32-D0WDQ6.
ESP32-D2WD	2	2	5×5 мм	2 MiB (16 Mibit) вбудована варіація флеш-пам'яті.
ESP32-S0WD	1	0	5×5 мм	Одноядерний процесор.

Невелика ціна, достатня обчислювальна потужність, велика розповсюдженість і широке використання, що означає відсутність проблем з програмуванням пристроїв та пошуку бібліотек для підтримки. Це сприяє тому, що МК серії ESP32-CAM (рисунок 2.10) є популярним варіантом вибору, особливо для системи спостереження.



Рисунок 2.10 – Двох-платна система з МК ESP32-CAM та програматором

Представлена плата відрізняється від інших можливістю прямого програмування за допомогою USB (оскільки має програматор на мікросхемі TTL CH340). Проте після програмування можна використовувати лише верхню плату з під'єднаними периферійними пристроями (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Плата з МК ESP32-CAM з двох сторін та відеокамера

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

З рисунку 2.11 видно що окрім камери на платі розташована кишеня для microSD- карти до 4 Гб що дозволяє зберігати проміжні дані. Окрім того плата містить блок стабілізаторів живлення (3,3v, 5v) та світлодіод підсвічування. Також на рисунку 2.11 видно під'єднану відео камеру та роз'єм для підключення зовнішньої антени Wi-Fi. Обрана плата має доволі компактні розміри (габаритні розміри: 40.5 x 27 x 4.5 мм) тому СВСТ можна зробити доволі компактним [19].

Для розуміння роботи МК ESP32-CAM необхідно знати розташування контактів плати (рисунок 2.12).

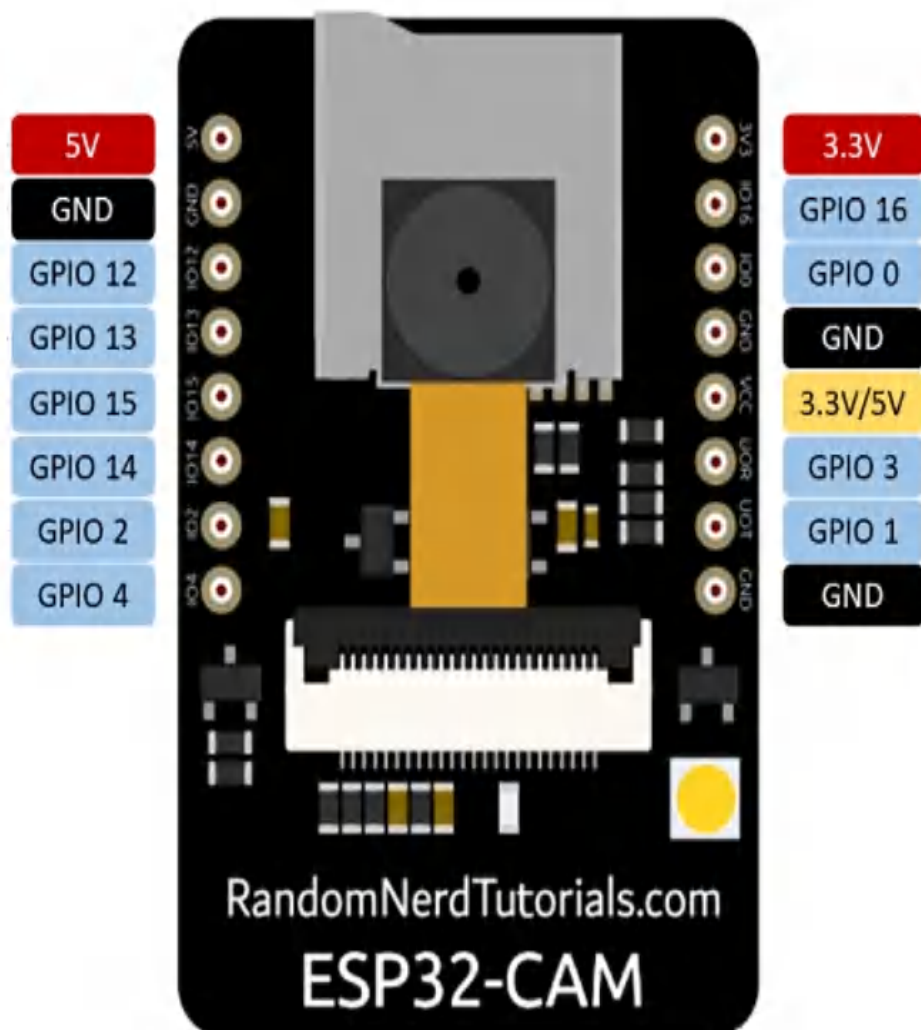


Рисунок 2.12 – Розташування контактів плати з МК ESP32-CAM

## 2.4 Обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення робототехнічної СВСТ

До периферійних пристроїв робототехнічної СВСТ повинні входити всі пристрої які забезпечують її роботу. Якщо порівняти складові структурної схеми та плати з МК ESP32-CAM можна побачити, що вона май усі необхідні для роботи елементи (таблиця 2.2). З якої чітко видно що до складу плати не входять: блок живлення, відео камера, персональний комп'ютер, мобільний засіб. Дві перші складові є зовнішніми пристроями які можуть бути під'єднанні до плати так само як зовнішня Wi-Fi антена для покращення зв'язку.

Таблиця 2.2 – Порівняння складових структурної схеми та системи з МК ESP32-CAM

Елементи структурної схеми робототехнічної СВСТ	Елементи системи з МК ESP32-CAM та програматором
МК ESP32-CAM	МК ESP32-CAM
Світлодіод підсвічування	Світлодіод підсвічування
Блок стабілізаторів живлення (3,3v, 5v)	Блок стабілізаторів живлення (3,3v, 5v)
USB конвертер та програматор	USB конвертер та програматор
Блок живлення	відсутнє
Відео камера	відсутнє
Персональний комп'ютер	відсутнє
Мобільний засіб	відсутнє

ПК та МЗ можуть бути будь якими що можуть забезпечити роботу робототехнічної СВСТ. Тому на їх виборі ми не будемо зупинятися.

Таким чином нам треба обрати наступні складові для робототехнічної СВСТ:

- блок живлення;
- відео камера;
- зовнішня Wi-Fi антена.

#### 2.4.1 Обґрунтування вибору відео камери робототехнічної СВСТ

Незалежно від моделі, вам знадобиться відео камера, яка підтримує роз'єм зовнішнього інтерфейсу, яким може бути, наприклад, Serial Camera Control Bus (SCCB) або I2C. Вибір моделі відео камери для ESP32-CAM залежить від вимог щодо роздільної здатності, функціональності та бюджету. При виборі відео камери також потрібно звернути увагу на наявність документації, прикладів коду та підтримку спільноти.

Модуль ESP32-CAM підтримує відео камери, які наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Перелік відео камер які працюють з ESP32-CAM

Назва камери	Дозвіл	Роздільна здатність	Розмір об'єктива
OV5640	5 МП	2592x1944	1/4"
OV3660	3 МП	2048x1536	1/5"
OV3640	3 МП	2048x1536	1/4"
GC2145	2 МП	1600x1200	1/5"
OV2640	2 МП	1600x1200	1/4"
NT99141	1 МП	1280x720	1/4"
GC032A	0,3 МП	640x480	1/10"

Кінець таблиці 2.3 – Перелік відео камер які працюють з ESP32-CAM

GC0308	0,3 МП	640x480	1/6.5"
OV7670	0,3 МП	640x480	1/6"
OV7725	0,3 МП	640x480	1/4"

З перерахованих відео камері обрана OV2640 (рисунок 2.13) оскільки вона має достатню роздільну здатність. Вона підтримує зображення роздільною здатністю до 2 мегапікселів (1600 x 1200 пікселів) і має можливість записувати відео. Відео камера з більшою роздільною здатність працює повільніше, а з меншою передає недостатньо чітку відео або картинку.

Ця камера легко підключається до модуля ESP32-CAM і добре працює з бібліотеками Arduino та ESP-IDF [20].

Обрана камера OV2640 з кутом захоплення 160 градусів. При роботі з камерою рекомендується бути обережним оскільки камера чутлива до статичної електрики [20, 21]. Цю властивість слід враховувати при монтажі камери.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд камери OV2640 для ESP32-CAM

Основні характеристики камери OV2640 наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні характеристики камера OV2640

Назва характеристики	Параметри
Тип матриці	OV2640 2MP
Кут огляду	160 °
Роздільна здатність матриці UXGA	1600x1200 (15 кадрів в секунду)
Роздільна здатність матриці SVGA	800x600 (30 кадрів в секунду)
Підтримка форматів відео захоплення	8/10-bit Raw RGB, YUV(422/420), RGB565/555
Розміри	12 x 12 x 10 мм

#### 2.4.2 Обґрунтування вибору блоку живлення та батареї робототехнічної СВСТ

При виборі важливо пам'ятати, що ESP32-CAM може вимагати значну кількість енергії при використанні камери та передачі даних через Wi-Fi. Тому, потрібно обрати блок живлення та батарею з достатньою потужністю.

Для живлення СВСТ потрібне стабільне джерело живлення з напругою 5 вольт. Тому можна використовувати звичайний USB-адаптер з напругою 5 вольт і струмом більше 1 ампера [22] (рисунок 2.13).

Крім блоку живлення Який використовують як зарядний пристрій потрібно обрати батарею яка буде жити робототехнічну СВСТ під час її роботи. (рисунок 2.14).

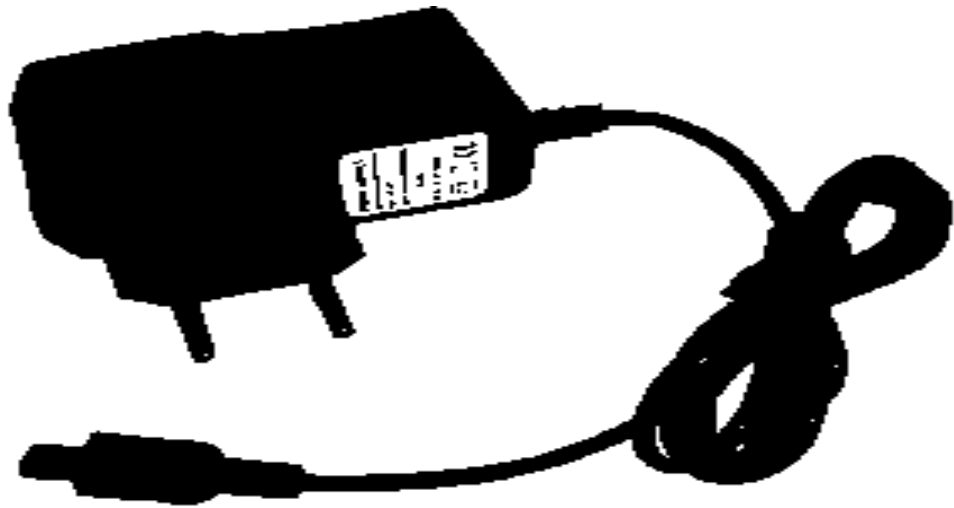


Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд блоку живлення 220V miniUSB 5V 1,5A

Це може бути літій-іонна батарея [23]. Потрібна літій-іонна батарея з напругою 3,7 вольт (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд батареї Small Sun 14500 1000 mAh 3,7V Li-ion

Для підвищення часу роботи пристрою рекомендовано використовувати 3 під'єднаних паралельно.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

### 2.4.3 Обґрунтування вибору зовнішньої Wi-Fi антени робототехнічної СВСТ

ESP32-CAM має вбудований Wi-Fi модуль з антеною. Однак, для СВСТ Wi-Fi сигнал потребує покращення. Тому необхідно використовувати зовнішню антену.

ESP32-CAM має роз'єм для підключення зовнішньої антени U.FL (IPEX) роз'єму, який є стандартним для зовнішніх антен. При виборі зовнішньої антени для ESP32-CAM, необхідно враховувати частотний діапазон, який використовується маршрутизатором Wi-Fi. Зазвичай використовуються антени з підтримкою 2,4 ГГц частоти, оскільки ESP32-CAM підтримує лише цей діапазон [24]. Потрібно також звернути увагу на посилення сигналу (dBi), яка впливає на дальність та якість зв'язку. Після аналізу за вказаними параметрами обрана Wi-Fi антена (рисунок 2.16).



Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд 2.4G 2.5dBi Wifi антени

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4.4 Обґрунтування вибору датчика руху для робототехнічної СВСТ

При виборі датчику руху для СВСТ потрібно враховувати наступні властивості: чутливість, дальність дії, кут огляду, надійність.

Розглянемо ці властивості, які характеризують датчику руху для СВСТ більш докладно.

**Чутливість:** Датчик руху повинен мати достатню чутливість для спостереження навколишнього середовища та виявлення руху тварин. Це дозволяє системі вчасно реагувати на зміни і починати запис або передавати сигнал тривоги.

**Дальність дії:** Важливо вибрати датчик руху з відповідною дальністю дії. Це залежить від розташування датчика та відстані, на якій потрібно виявляти рух. Наприклад, якщо система спостереження встановлена на великій території, можливо, знадобиться датчик з великою дальністю дії.

**Кут огляду:** Датчик руху повинен мати широкий кут огляду, щоб охопити більшу площу території спостереження. Це дозволяє виявляти рух у різних напрямках та забезпечувати більш повне покриття.

**Надійність:** Важливо вибрати датчик руху, який є надійним і стабільним у роботі. Він повинен виявляти рух точно і не спрацьовувати на випадкові зовнішні впливи, такі як коливання світла або шуми.

Усім перерахованим властивостям відповідає датчик руху - HC-SR501 (рисунок 2.17).



Рисунок 2.17 – Зовнішній вигляд датчика руху - HC-SR501

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки він має такі основні характеристики: мале споживання енергії (у режимі очікування - менше 50 мкА, під час роботи близько 65 мА); діапазон виявлення до 7 метрів; кут огляду приблизно 120 градусів; чутливість, яку можна налаштувати; цифровий вихідний сигнал (змінюється при виявленні руху); затримку часу; широкий температурний діапазон ( -20°C до +80°C); працює з логічними рівнями 3,3 В; надійна конструкція [25].

## 2.5 Висновки

Визначено що процес проектування робототехнічної СВСТ є стандартизований і вміщує такі етапи: розробка технічного завдання; розробка технічної пропозиції; ескізний проект; технічний проект. Апаратне та програмне забезпечення – це дві складові, без яких створення робототехнічної СВСТ неможливе.

Розроблена структурна схема робототехнічної СВСТ. До апаратних складових СВСТ повинні входити: МК, світлодіод підсвічування (система нічного освітлення), живлення, microSD, відеокамера. Окрім перерахованого для обробки і кінцевого збереження результатів та програмування потрібно мати персональний комп'ютер (ПК). Також для мобільності можна використовувати мобільний засіб (МЗ).

На основі виконаного огляду популярних мікропроцесорів було здійснено вибір МК ESP32-CAM. Шляхом перегляду основних характеристик виробів з МК ESP32-CAM. Обрано виріб з двох плат, який відрізняється від інших можливістю прямого програмування за допомогою USB оскільки має програматор на мікросхемі TTL CH340. Було здійснено обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення робототехнічної СВСТ. Вибрані були такі периферійні пристрої: відео камера — OV2640; блок живлення 220V miniUSB 5V 1,5A; літій-іонна батарея Small Sun 14500 1000 mAh 3,7V Li-ion; Wifi антена 2.4G 2.5dBi; датчику руху - HC-SR501.

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

## 3.1 Розробка електричної функціональної схеми робототехнічної СВСТ

Електричну функціональну схему робототехнічної СВСТ зроблено з використанням структурної схеми (пункт 2.2). Електрична функціональна схема ESP32-CAM представлена на рисунку 3.1.

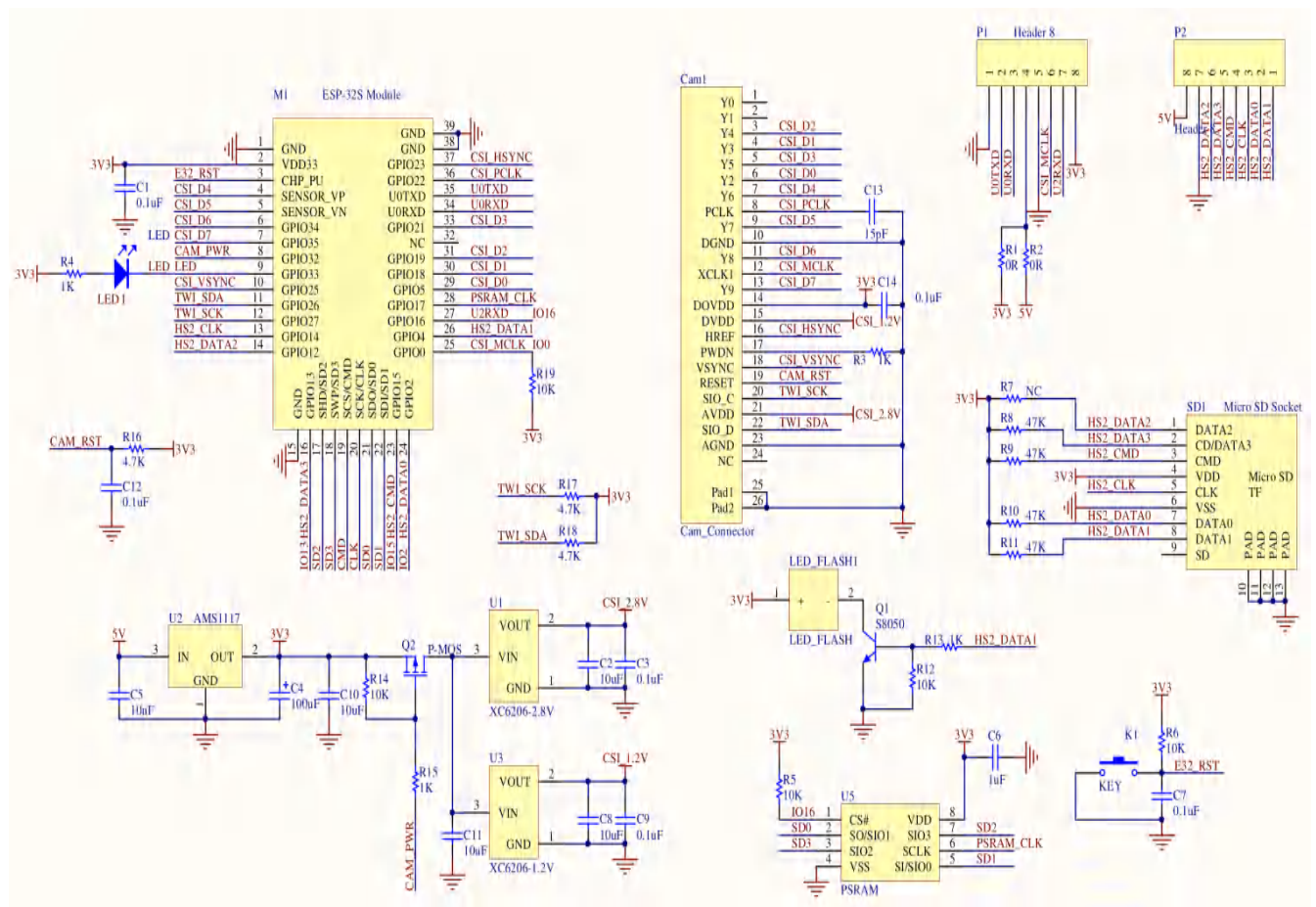


Рисунок 3.1 – Електрична функціональна схема ESP32-CAM

З структурної схеми видно що ніяких з'єднань окрім під'єднання батарей та конденсаторів для живлення непотрібно. Електрична функціональна схему робототехнічної СВСТ представлена на рисунку 3.2.

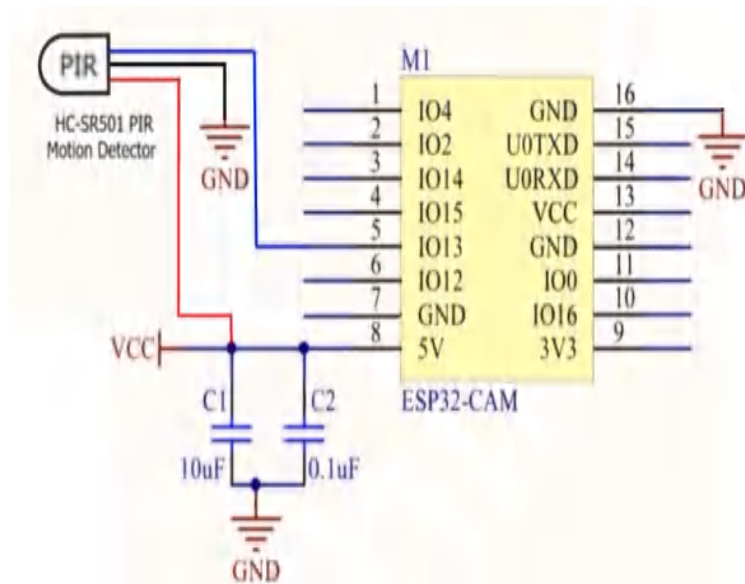


Рисунок 3.2 – Електрична функціональна схема робототехнічної СВСТ

### 3.2 Розробка макету робототехнічної СВСТ

Плата ESP32-CAM в робототехнічній СВСТ призначена для керування системою на відстані за допомогою бездротового зв'язку через Wi-Fi по локальній мережі або в інтернет[26 - 28]. Схема розташування контактів портів введення/виведення зображено (на рисунку 3.3).

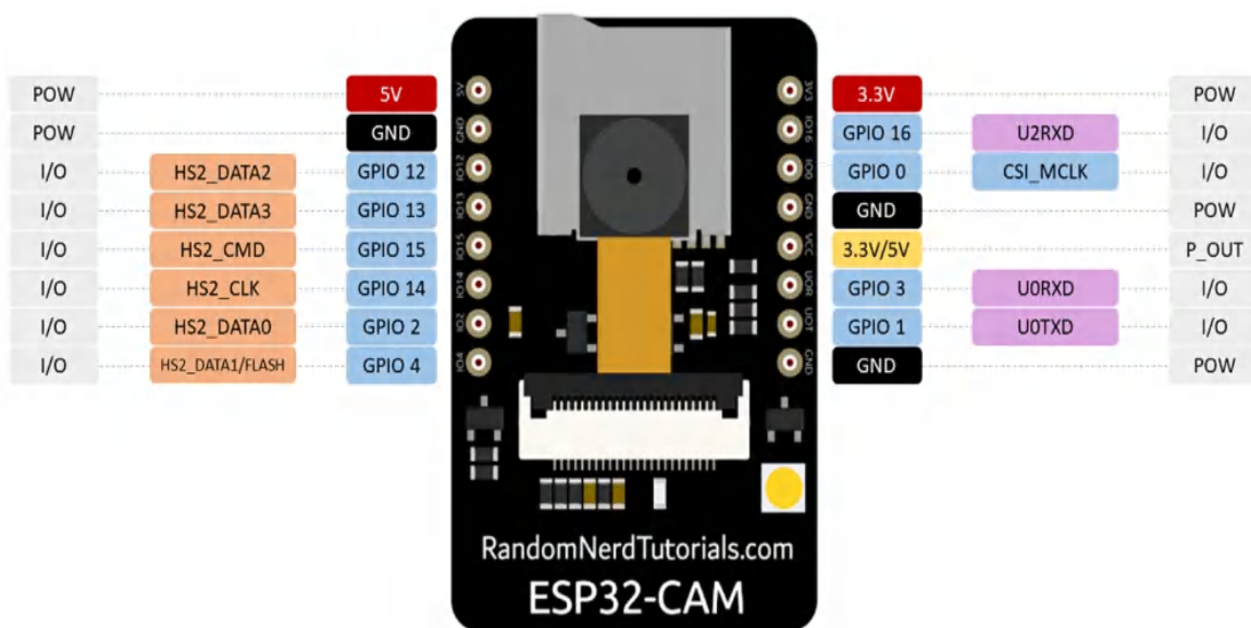


Рисунок 3.3 – Схема розташування контактів та портів ESP32-CAM

Можливості застосування цієї плати досить широкі, вона має 10 контактів введення/виведення. GPIO 1 - RXD і GPIO 3 - TXD потрібні для програмування тому їх краще не використовувати. Інші GPIO можна використовувати без обмежень [29].

Макет робототехнічної СВСТ розроблено з використанням електричної функціональної схеми (рисунок 3.4).

При під'єднанні потрібно враховувати що усі елементи батареї повинні бути з'єднані паралельно. Використання додаткової плати (з TTL CH340) потрібно лише в процесі програмування [30].

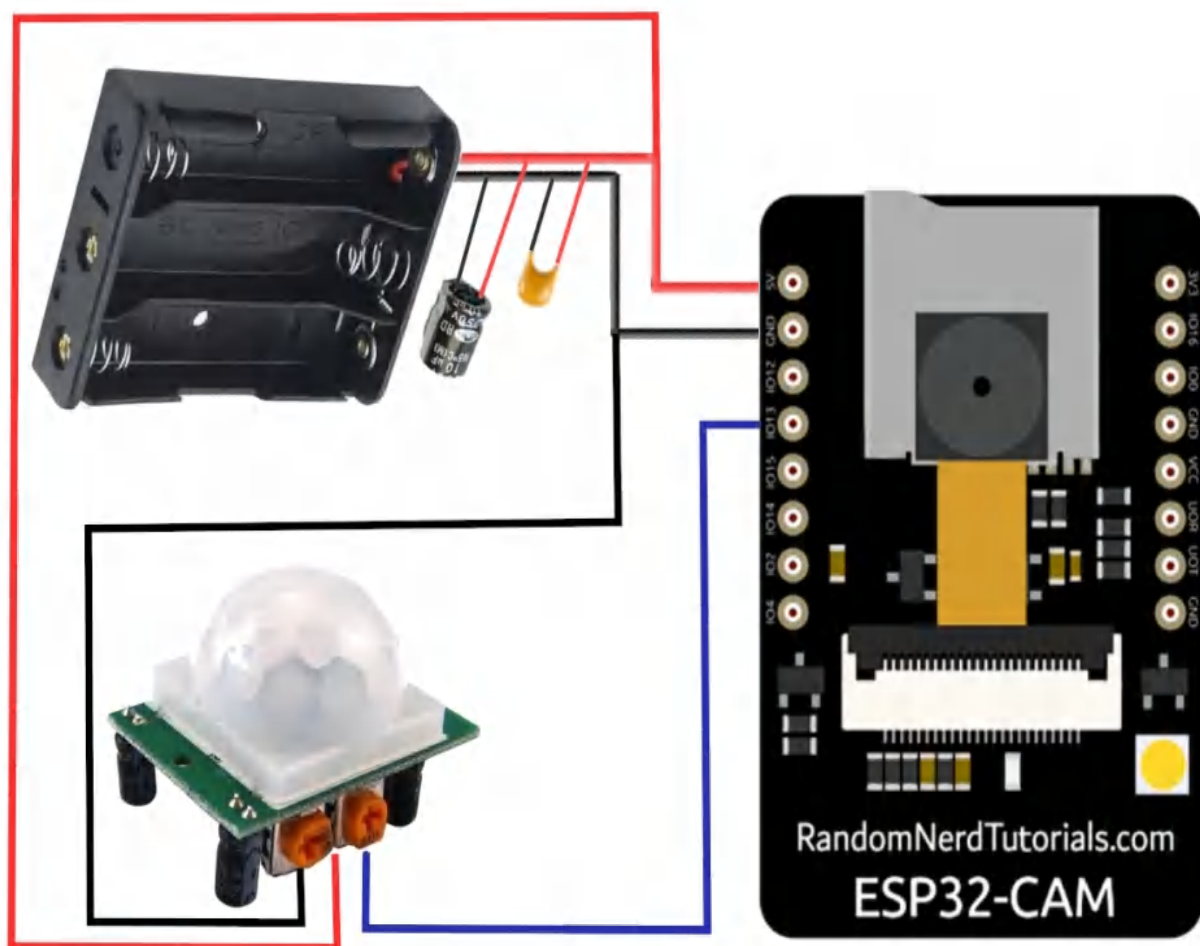


Рисунок 3.4 – Схема з'єднань з ESP32-CAM у робототехнічної СВСТ

У таблиці 3.1 наведені контакти, які використовують для з'єднання між відео камерою і ESP32-CAM.

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 3.1 – Перелік контактів, які використовують для взаємодії з відео камерою

OV2640 CAMERA	ESP32-CAM	Variable name in code
D0	GPIO 5	Y2_GPIO_NUM
D1	GPIO 18	Y3_GPIO_NUM
D2	GPIO 19	Y4_GPIO_NUM
D3	GPIO 21	Y5_GPIO_NUM
D4	GPIO 36	Y6_GPIO_NUM
D5	GPIO 39	Y7_GPIO_NUM
D6	GPIO 34	Y8_GPIO_NUM
D7	GPIO 35	Y9_GPIO_NUM
XCLK	GPIO 0	XCLK_GPIO_NUM
PCLK	GPIO 22	PCLK_GPIO_NUM
VSYNC	GPIO 25	VSYNC_GPIO_NUM
HREF	GPIO 23	HREF_GPIO_NUM
SDA	GPIO 26	SIOD_GPIO_NUM
SCL	GPIO 27	SIOC_GPIO_NUM
POWER PIN	GPIO 32	PWDN_GPIO_NUM

У таблиці 3.21 наведені контакти, які використовують для взаємодії з картою пам'яті microSD, якщо вона встановлена в відповідний роз'єм на платі.

Таблиця 3.2 – Перелік контактів, які використовують для взаємодії з картою пам'яті microSD

MicroSD card	ESP32-CAM
CLK	GPIO 14
CMD	GPIO 15
DATA0	GPIO 2
DATA1 / flashlight	GPIO 4
DATA2	GPIO 12
DATA3	GPIO 13

Якщо відсутня карта microSD вказані в таблиці контакти можна використовувати як звичайні входи / виходи. ESP32-CAM має дуже яскравий вбудований світлодіод, який може працювати як спалах під час зйомки. Світлодіод внутрішньо підключений до GPIO4. Для нічного спостереження потрібна заміна світлодіода на ІЧ. Поруч із кнопкою RST є вбудований червоний світлодіод, який світлодіод внутрішньо підключений до GPIO 33. Цей світлодіод працює з перевернутою логікою, LOW - включений, HIGH - вимкнений.

Корпус робототехнічної СВСТ можна виготовити з використанням ABS пластику на 3D принтера [32]. Колір корпусу можна змінити використовуючи потрібні барви. Розміри СВСТ залежать від розмірів складових системи. Тому корпус спроектовано з урахування розмірів складових системи та місць розташування елементів.

Розробка моделі корпусу була виконана в веб-середовище Tinkercad. Робототехнічна СВСТ у корпусі представлена на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд робототехнічної СВСТ

### 3.3 Налаштування Arduino IDE для програмування

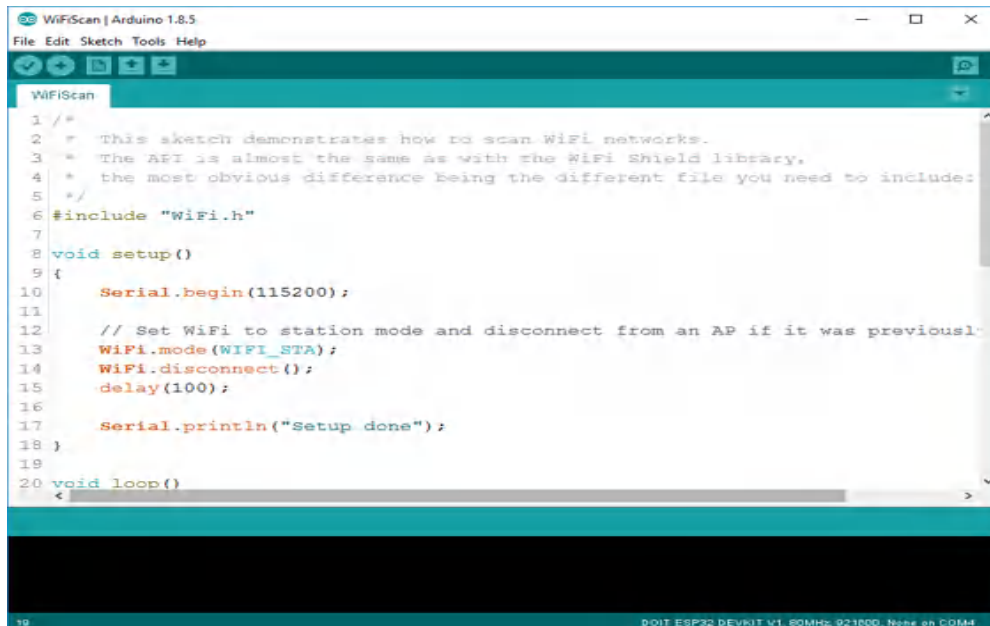
Спосіб програмування МК ESP32-CAM залежить від наявності прошивки МК. Якщо вона відсутня або не дозволяє з'єднання за бездротовим протоколом зв'язку Wi-Fi, прошивання можливе лише з використанням безпосереднього з'єднання МК ESP32-CAM з портом USB ПК

Якщо МК ESP32-CAM вміщує прошивку то існує можливість його програмування без підключення до USB. Тоді МК ESP32-CAM програмують за допомогою Wi-Fi. Wi-Fi – це бездротова мережа для з'єднань в якій використовують TCP/IP. Протоколи зв'язку бездротової мережі Wi-Fi описаних у стандарті IEEE 802.11.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як було вказано раніше МК ESP32-CAM може працювати в режимі Wireless Access Point (AP). Тобто МК ESP32-CAM може працювати як вузол комунікацій. Саме ці властивості дозволяють його програмувати.

Для програмування МК ESP32-CAM існує декілька різних засобів програмування. Проте найбільш популярним є інтегроване середовище розробки (IDE) Arduino (рисунок 3.6).



```
WiFiScan | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
WiFiScan
1 /*
2  * This sketch demonstrates how to scan WiFi networks.
3  * The API is almost the same as with the WiFi Shield library,
4  * the most obvious difference being the different files you need to include:
5  */
6 #include "WiFi.h"
7
8 void setup()
9 {
10     Serial.begin(115200);
11
12     // Set WiFi to station mode and disconnect from an AP if it was previousl
13     WiFi.mode(WIFI_STA);
14     WiFi.disconnect();
15     delay(100);
16
17     Serial.println("Setup done");
18 }
19
20 void loop()
    <
```

Рисунок 3.6 – Arduino IDE для програмування МК ESP32-CAM

Тому що він має: простий та зрозумілий інтерфейс ; активну спільноту користувачів, яка допомагає один одному (надає поради та розробляє нові бібліотеки та розширення); вбудовані бібліотеки та функції, які спрощують програмування мікроконтролерів (можна використовувати готові функції для керування GPIO, зчитування даних з сенсорів, роботи з комунікаційними інтерфейсами та багато іншого); багато прикладів програм, які демонструють різні функції та можливості мікроконтролерів і відповідну документацію [33 - 37]. Окрім того для Arduino IDE розроблені додаткових пакетів розширення які використовують при програмування МК ESP32-CAM [33 - 35].

Для програмування МК ESP32-CAM за допомогою Arduino IDE потрібно зробити наступне:

1. Завантажити та встановити Arduino IDE на комп'ютер.
2. Встановити необхідні драйвери для МК ESP32-CAM. Для цього потрібно дотримуватися наданих інструкцій [38].
3. Підключіть МК ESP32-CAM до USB комп'ютера (пристрій має бути правильно визнаний комп'ютером як серійний порт).
4. Вибрати платформу для налаштування: в Arduino IDE виберіть "Tools" (Інструменти) -> "Board" (Плата) -> "ESP32 Arduino" та оберіть належний COM-порт у "Tools" -> "Port" (Порт).
5. Завантажити бібліотеку ESP32-CAM: Виберіть "Sketch" (Скетч) -> "Include Library" (Підключити бібліотеку) -> "Manage Libraries" (Керування бібліотеками). Знайти та встановити бібліотеку "ESP32-CAMera".
6. Arduino IDE містить декілька прикладів програм для ESP32-CAM. Виберіть "File" (Файл) -> "Examples" (Приклади) -> "ESP32" -> "Camera" (Камера). Там містяться приклади стосовно зйомки фотографій, запису відео та передачі даних за допомогою Wi-Fi. Налаштування Wi-Fi можна здійснити використовуючи приклад в якому потрібно змінити наступне: знайдіть рядок, що починається з "const char\* ssid = " і замініть його на назву бездротової мережі (SSID), а також ввести пароль у рядку, що починається з "const char\* password = ".
7. Перед завантаженням програми у МК ESP32-CAM необхідно перевірити програму на наявність помилок, вибравши "Sketch" (Скетч) -> "Verify/Compile" (Перевірити/Скомпілювати). Якщо компіляція пройшла успішно, завантажте програму в МК, вибравши "Sketch" -> "Upload" (Завантажити).
8. Для відкриття монітору порту потрібно вибрати "Tools" -> "Serial Monitor" (Серійний монітор). Монітор порту дозволяє побачити виведення даних з ESP32-CAM, це може допомогти при налагодженні програми.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

### 3.4 Розробка програми, програмування та перевірка

Програмування робототехнічної СВСТ виконане в середовище Arduino IDE. Для цього було встановлено Arduino IDE та драйвери плати ESP32 версії 2.0.6. Після встановлення драйверу скетч з проектом був відкритий в Arduino IDE. Усі основні настройки представлені у файлі settings.h. Розглянемо його параметри скетчу докладніше.

Настроювання відображуваного імені пристрою:

```
static const char devname[] = "altJSV";
```

У лапках потрібно вказати ім'я пристрою.

Далі налаштуємо автоматичне видалення старих файлів:

```
int delete_old_files = 1;
```

Якщо змінна дорівнює 1, то автоматично з SD картки будуть видалятися файли з ранньою датою створення. Це дозволяє зберігати на карті 10% вільного місця.

Встановлення часового поясу для синхронізації часу:

```
#define TIMEZONE "MSK-3MSD,M3.5.0/2,M10.5.0/3"
```

Код часового поясу можна знайти на сайті:

```
https://sites.google.com/a/usapiens.com/opnode/time-zones
```

Також можна встановити режим роботи вбудованого світлодіода:

```
#define BlinkWithWrite 1
```

Якщо параметр дорівнює 1 - блимання тільки при записі на карту SD, якщо 0 - блимати при помилці запису на карту SD

Налаштування WiFi:

```
const char* ssid = "ssid";
```

```
const char* password = "pass";
```

Тут необхідно ввести логін та пароль мережі WiFi. Якщо залишити порожніми, пристрій переключасться в режим точки доступу. Тоді після підключення можна налаштувати WiFi.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі потрібно налаштувати параметрів режиму роботи робототехнічної СВСТ:

```
int Internet_Enabled = 1;
    // Встановить 0 для відключення усіх мережевих можливостей- wifi, time,
http, ftp, telegram
int DeepSleepPir = 0;
    // Встановить 1 для сну до спрацювання датчика руху
int record_on_reboot = 1;
    // Включення запису при перезавантаженні
int PIRpin = 13; // Номер контакту до якого підключено датчик руху
int PIREnabled = 0;
    // 1 Включення датчику руху при завантажені. (Працює тільки при
відключеному запису відео)
```

Скидання налаштувань, які зберігаються в EEPROM. Треба змінити цей параметр на будь-який інший, щоб при повторному прошиванні очистити всі налаштування пристрою:

```
int MagicNumber = 011;
Інтервал між захопленням кадрів у режимі трансляції в мс:
int stream_interval = 333;
    //333 мс или 3 кадра в секунду
```

Налаштування запису відео:

```
int framesize = 8;
    // Розмір кадру 13 UXGA, 11 HD, 9 SVGA, 8 VGA, 6 CIF
int repeat_config = 100;
    // Максимальна кількість записів
int xspeed = 1;
    // Модифікатор швидкості відтворення трансляції - 1 - в реальному часі
int gray = 0;
    // Запис у відтінках сірого
```

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

int quality = 12;
    // Якість запису 10..50 Де - 10 висока якість та великі файли, 50 низька
якість, але маленькі файли
int capture_interval = 100;
    // пауза в мс між захопленням кадрів
volatile int total_frames_config = 18000;
    // кількість кадрів в одному файлі total_frames x capture_interval

```

Налаштування Telegram бота:

```

RTC_DATA_ATTR int EnableBOT = 0;
#define BOTtoken "1234567890:ABCDEFGHIJKLMNOQRSTUVWXYZ"
    // токен бота
#define BOTme "1234567890"
    // Іd у телеграм

```

Обов'язково потрібно вказати ваш ID та токен бота (інакше з'єднання не буде здійснено).

Після завершення редагування можна прошивати модуль ESP32-CAM будь яким з двох способів. Вміст конфігураційного файлу - settings.h наведено в додатку Д.

Блок схема роботи програми робототехнічної СВСТ наведено на рисунку 3.7.

З блок схеми видно що запис даних відбуватися лише при спрацьовування датчику руху Таким чином економляться ресурси робототехнічної СВСТ.

### 3.5 Огляд веб-інтерфейсу робототехнічної СВСТ

Для реалізації робототехнічної СВСТ було розроблено веб-інтерфейс. Щоб побачити веб-інтерфейс потрібно знати його IP адресу. Це можна зробити, використовуючи монітор серійного порту Arduino IDE, підключаючи ESP32-CAM

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до комп'ютера через USB використовуючи плату для програмування [39]. Монітор серійного порту Arduino IDE покаже наступну інформацію - рисунок 3.8.



Рисунок 3.7 – Блок схема роботи програми робототехнічної СВСТ

```

COM4
Отправить
15:15:59.887 -> Starting tasks ...
15:15:59.887 -> camera, core 1, priority = 2
15:15:59.934 -> aviwriter, core 1, priority = 3
15:15:59.934 -> ftp, core 1, priority = 4
15:15:59.979 -> Starting camera ...
15:16:00.636 -> Camera Ready! Use 'http://192.168.1.61' to connect
15:16:01.616 -> zcam / avi / ftp / ftp2 / loop
15:16:01.616 -> 0 / 0 / 4 / 0 / 0
15:16:01.616 -> Internal Total heap 291268, internal Free Heap 153956
15:16:01.616 -> SPIRam Total heap 2094943, SPIRam Free Heap 1625239
15:16:01.616 -> ChipRevision 3, Cpu Freq 240, SDK Version v4.4.4
15:16:01.616 -> Avi Writer / Camera / Ftp
15:16:01.663 -> 2400 / 232 / 3336
15:16:01.663 -> ----
15:16:01.663 -> Total space: 1336MB
15:16:01.663 -> Used space: 5MB

```

Автопрокрутка  Показывать отметки времени
 
 NL (Новая строка) v
 115200 бод v
<https://project.ru>

Рисунок 3.8 – Інформація монітор серійного порту Arduino IDE про IP адресу робототехнічної СВСТ

Ту саму інформацію можна отримати якщо у вас є роутер - рисунок 3.9.

Устройство	Адрес	Сегмент	Подключение	Приоритет трафика
altJSV через Keenetic Air 127***522	192.168.1.61	Домашняя сеть Wi-Fi 2.4 ГГц	27 Мбит/с WPA2 11n 1x1 40 МГц	6

Рисунок 3.9 – Інформація з роутера про IP адресу робототехнічної СВСТ

Далі потрібно ввести IP-адресу робототехнічної СВСТ в адресний рядок вашого браузера[39]. Відкриється вікно веб-інтерфейсу рисунок 3.10.

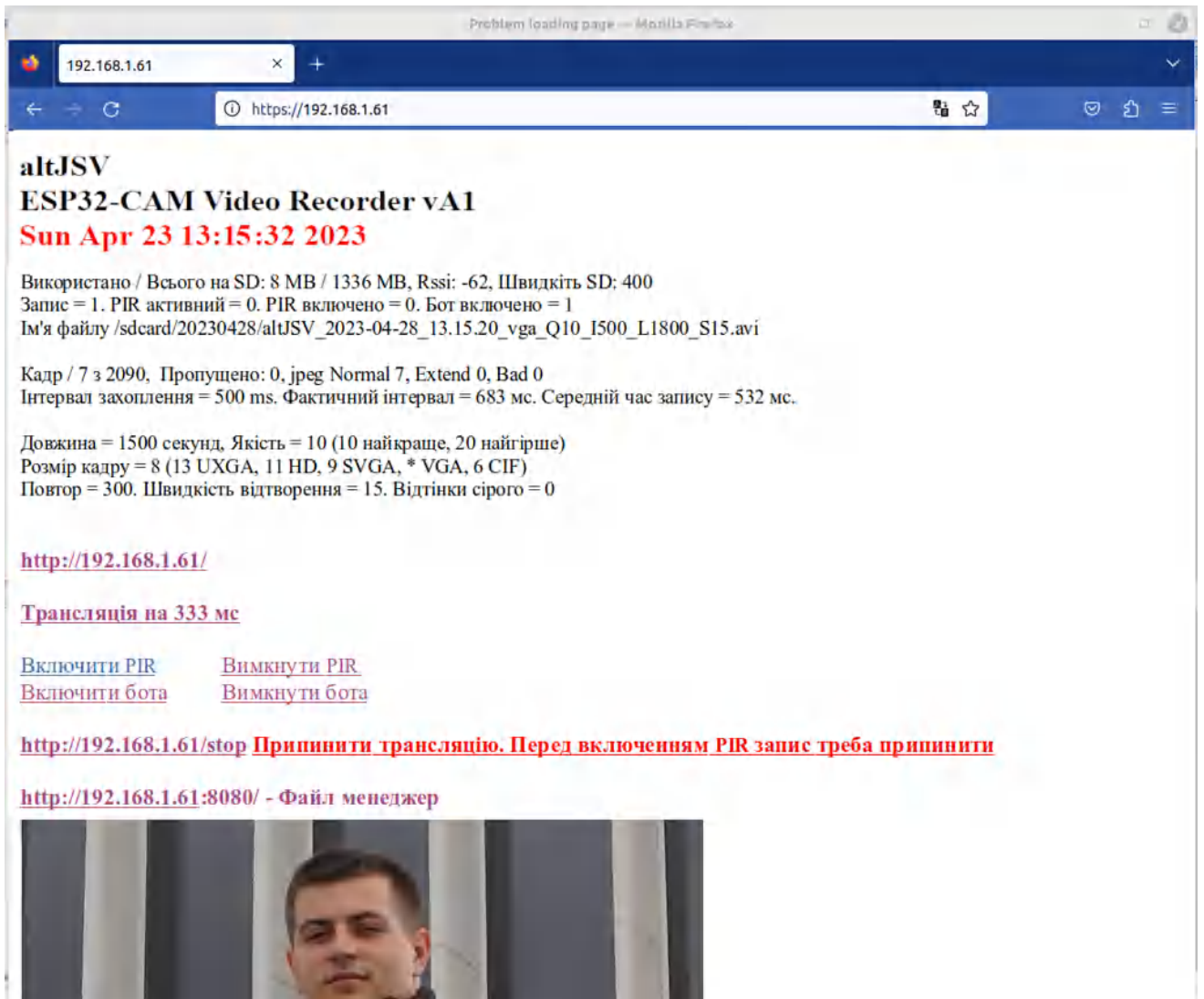


Рисунок 3.10 – Головне вікно веб-інтерфейсу робототехнічної СВСТ

У відкритому вікні можна побачити інформацію про режим роботи робототехнічної СВСТ, про підключену SD карту, зображення отримане з відео камери і кілька посилань для перемикання режимів та керування.

Для зупинки запису та налаштування його параметрів можна скористатися посиланням <http://192.168.1.61/stop>. Повинне відкритися інше вікно рисунок 3.11.

З цього вікна можна повернутися на головний екран без старту запису. Або запустити запис з попередньо заданими параметрами, натиснувши на будь-яке з посилань з описом конфігурації [39].

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також можна запустити запис, задавши параметри [39]. Для цього копіюємо в адресний рядок браузера наступний текст (встановив потрібні параметри запуску):

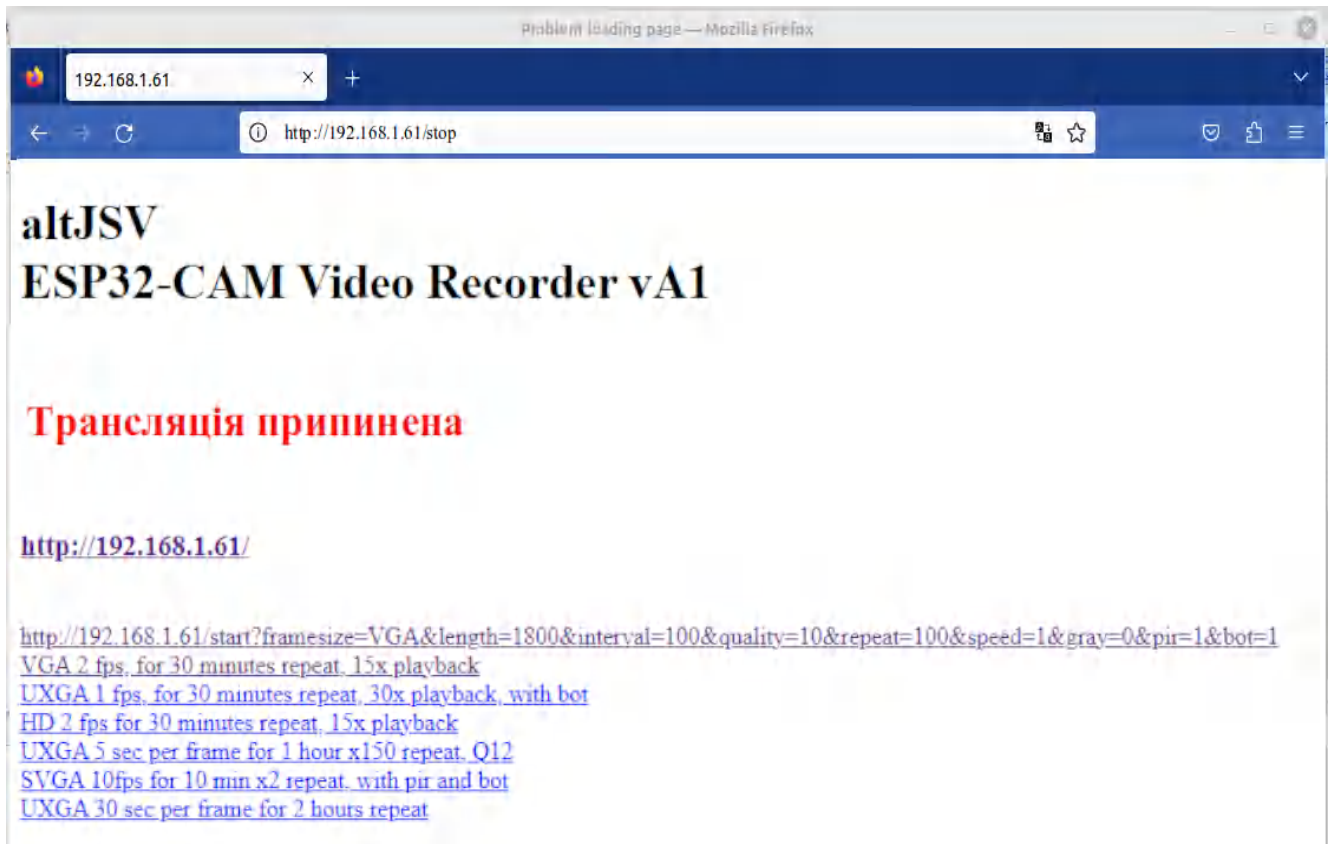


Рисунок 3.11 – Допоміжне вікно веб-інтерфейс робототехнічної СВСТ

<http://192.168.1.61/start?framesize=VGA&length=1800&interval=100&quality=10&repeat=100&speed=1&gray=0&pir=1&bot=1>

Після того, як було зупинено запис і відкрите головного вікно веб-інтерфейсу, ви можете активувати запис по датчику руху, натиснувши посилання “Включити PIR” (тоді запис відео буде автоматично вмикатися при виявленні високого рівня сигналу на піні до якого підключений датчик руху). Після досягнення максимальної тривалості відео, камера збереже відео на карту SD і піде в сплячий режим до тих пір, поки знову не спрацює датчик руху [39].

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для керування вмістом картки SD, наберіть в браузері адресу <http://ipaddress:8080/> (відкриється вікно менеджера файлів). У цьому вікні можна видаляти та перейменовувати файли на SD карті або завантажити собі на комп'ютер [39].

Якщо увімкнено Telegram бот, то при включенні живлення камери або при виявленні руху в Telegram бот надішле фото нагляду за твариною та повідомлення (рисунок 3.12):

ESP32-CAM Video Recorder vA1

altJSV 192.168.1.61

Used 5 MB / 1336 MB, Rssi - 74

Sun Apr 16 16:26:53 2023

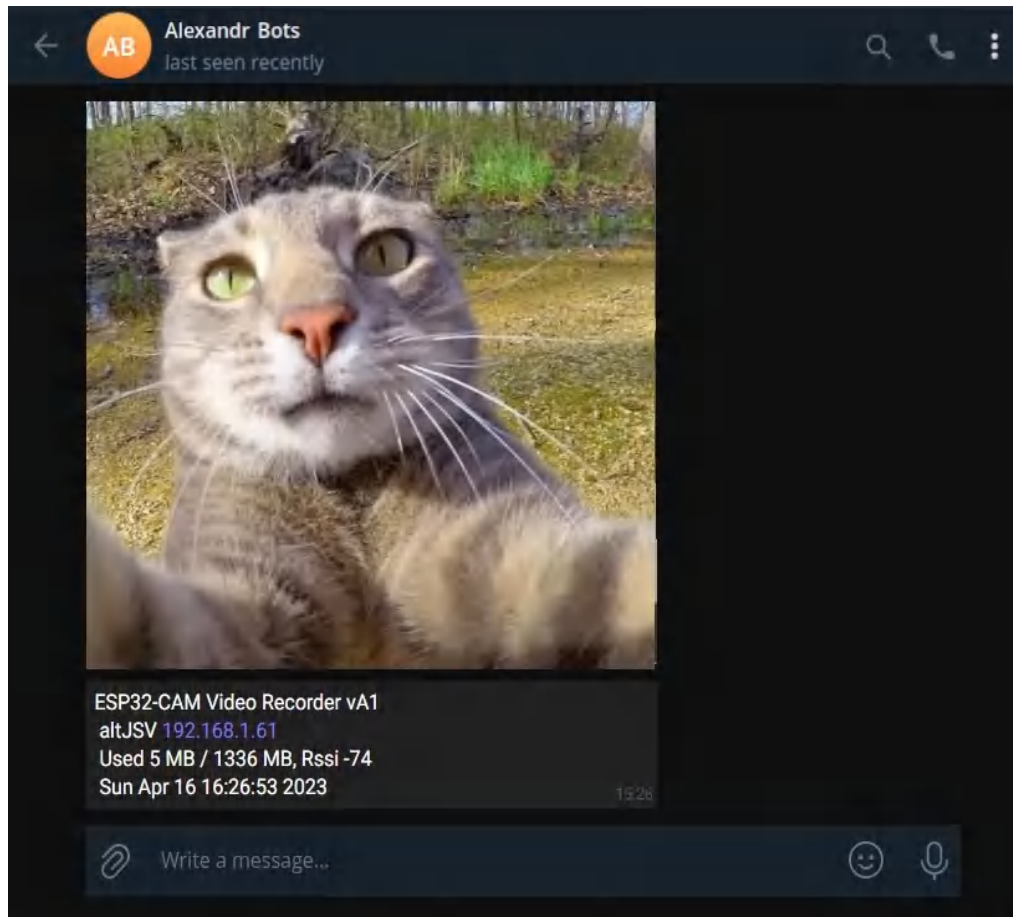


Рисунок 3.12 – Вікно телеграм боту робототехнічної СВСТ

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6 Розрахунок матеріальних витрат

Для того щоб створити робототехнічну СВСТ обрані такі елементи:

- модуль з двох плат на базі МК ESP 32-CAM ;
- камера OV2640 ;
- батареї Small Sun 14500 1000 mAh 3,7V Li-ion ;
- блок живлення 220V miniUSB 5V 1,5A ;
- Wifi антена 2.4G 2.5dBi ;
- датчику руху HC-SR501 ;
- АВС пластик.

Вартість реалізованого пристрою залежить від вартості елементів, що входять до складу системи.

У таблиці 3.3 наведено перелік компонентів і розрахунки витрат на них.

Таблиця 3.3 – Розрахунок витрат

№	Найменування компонентів	Ціна, грн	Кількість, шт., кг.	Загальна сума, грн
1	модуль на базі МК ESP 32-CAM	44	1	44
2	камера OV2640		1	
3	батареї Small Sun 14500 1000 mAh 3,7V	55	3	165
4	блок живлення 220V miniUSB 5V 1,5A	216	1	216
5	Wifi антена 2.4G 2.5dBi	43	1	43
6	датчику руху HC-SR501	59	1	59
7	АВС пластик	360	0,078	29
Загальна ціна:				556

З таблиці 3.3 видно що загальна ціна складає - 556 грн. Основну ціну складає блок живлення (216 грн.) проте він не входить до робототехнічної СВСТ і може бути використаний для заряджання декількох камер відео спостереження.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Або зарядку камери можна здійснити з комп'ютера. Якщо виключити з перерахунку блок живлення то загальна ціна камери складе - 340 грн.

### 3.7 Напрямки вдосконалення

Розроблений пристрій робототехнічної СВСТ можна використовувати не тільки за основним призначенням спостереження за тваринами. Її можна використовувати для відео спостереження за будь якими об'єктами. Функціональні можливості робототехнічної СВСТ можна розширити використовуючи обробку отриманих даних. Наприклад для розпізнавання та перетворення СВСТ у таку що навчається самостійно [40].

Після аналізу робототехнічної СВСТ було намічено два основних напрямки вдосконалення це покращення апаратної частини та покращення програмної частини.

Покращенням апаратної складової [41, 42] робототехнічної СВСТ може бути розширення функціоналу шляхом підключення нового більш чутливого або досконалого датчику руху. Підключення додаткового джерела живлення для заряджання батарея таких як сонячна батарея або вітрова електростанція.

Покращенням програмної робототехнічної СВСТ може бути за рахунок розпізнавання образів тварин. Оскільки можливості робототехнічної СВСТ обмежені можливостями МК, це можна робити на сервері який використовують для збирання інформацію з декількох СВСТ (з'єднаних з сервером бездротовим способом за допомогою протоколу WiFi). Використання сервера дозволяє обробляти більші об'єми інформації, встановлювати та швидко змінювати програмне забезпечення на нове більш перспективне. Для розпізнавання тварин можна використовувати бібліотеку OpenCV та нейронні мережи.

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.8 Висновки

Програмно апаратну реалізацію робототехнічної СВСТ виконано з використанням її структурної схеми. Плата ESP32-CAM в робототехнічної СВСТ призначена для керування системою на відстані за допомогою бездротового зв'язку через Wi-Fi по локальній мережі або в інтернет.

Макет робототехнічної СВСТ розроблено з використанням електричної функціональної схеми.

Корпус робототехнічної СВСТ було виготовлено з використанням ABS пластику на 3D принтері з використанням веб-середовища Tinkercad.

Програмування МК ESP32-CAM, яке залежить від наявності прошивки МК було здійснено з використанням безпосереднього з'єднання МК ESP32-CAM з портом USB ПК. Програмування робототехнічної СВСТ виконане в середовище Arduino IDE. Для цього було встановлено Arduino IDE та драйвери плати ESP32 версії 2.0.6. Після встановлення драйверу скетч з проектом був відкритий в Arduino IDE. Усі основні настройки МК ESP32-CAM представлені у файлі settings.h.

Для реалізації робототехнічної СВСТ було розроблено веб-інтерфейс. Щоб побачити веб-інтерфейс потрібно знати його IP адресу. Це можна зробити, використовуючи монітор серійного порту Arduino IDE,

У відкритому вікні веб-інтерфейсу можна побачити інформацію про режим роботи робототехнічної СВСТ, про підключену SD карту, зображення отримане з відео камери і кілька посилань для перемикання режимів та керування. Для зупинки запису та налаштування його параметрів можна скористайтесь посиланням <http://192.168.1.61/stop>. Для керування вмістом картки SD, наберіть в браузері адресу <http://ipaddress:8080/>

Вартість реалізованого пристрою залежить від вартості елементів, що входять до складу системи. Загальна ціна робототехнічної СВСТ складає - 556 грн. Основну ціну складає блок живлення (216 грн.) проте він не входить до

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

робототехнічної СВСТ і може бути використаний для заряджання декількох камер відео спостереження. Або зарядку камери можна здійснити з комп'ютера. Якщо виключити з перерахунку блок живлення то загальна ціна камери складе - 340 грн.

Розроблений пристрій робототехнічної СВСТ можна використовувати не тільки за основним призначенням спостереження за тваринами. Її можна використовувати для відео спостереження за будь якими об'єктами.

В процесі розробки СВСТ були виконані усі етапи і завдання це дозволило досягнути мети роботи а саме - розробити робототехнічну систему віддаленого спостереження за тваринами з використанням МК ESP32-CAM. Порівняння з сучасними СВСТ показало що можна виготовляти систему без погіршення характеристик за нижчою ціною.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Метою роботи є розробка робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера (МК) ESP32-CAM. Поставлена мета досягається рішенням основної задачі роботи: розробкою робототехнічної СВСТ та перевіркою роботи за допомогою макета. Об'єктом дослідження є програмно-апаратний засіб - робототехнічна СВСТ. Предметом дослідження є формалізований опис та схеми робототехнічної СВСТ.

У першому розділі було визначено п'ять основні напрямків пов'язаних з дослідженнями за допомогою СВСТ. Виявлено що існує доволі велика кількість сучасних СВСТ. Визначені дев'ять основних напрямків покращення СВСТ. Були сформувані дванадцять вимог для розробки робототехнічної СВСТ.

У другому розділі було визначено що процес проектування робототехнічної СВСТ є стандартизований і вміщує такі етапи: розробка технічного завдання; розробка технічної пропозиції; ескізний проєкт; технічний проєкт. Розроблена структурна схема робототехнічної СВСТ. На основі виконаного огляду популярних мікропроцесорів було здійснено вибір МК ESP32-CAM. Обрано виріб з двох плат, який відрізняється від інших можливістю прямого програмування за допомогою USB оскільки має програматор на мікросхемі TTL CH340. Було здійснено обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення робототехнічної СВСТ.

У третьому розділі була реалізована апаратна частина пристрою з використанням її структурної схеми. Плата ESP32-CAM в робототехнічної СВСТ призначена для керування системою на відстані за допомогою бездротового зв'язку через Wi-Fi по локальній мережі або в інтернет. Розроблено макет робототехнічної СВСТ з використанням електричної функціональної схеми. Розроблено корпус робототехнічної СВСТ з ABS пластику (на 3D принтері) з використанням веб-середовища Tinkercad. Програмування робототехнічної СВСТ

					КвРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

виконане в середовище Arduino IDE. Для цього було встановлено Arduino IDE та драйвери плати ESP32 версії 2.0.6.

Проведений розрахунок витрат показав що вартість робототехнічної СВСТ без блоку живлення складає - 340 грн. Після аналізу робототехнічної СВСТ було намічено два основних напрямки вдосконалення це покращення апаратної частини та покращення програмної частини. Покращенням апаратної складової робототехнічної СВСТ може бути розширення функціоналу шляхом підключення нового більш чутливого або досконалого датчику руху. Підключення додаткового джерела живлення для заряджання батарея таких як сонячна батарея або вітрова електростанція. Покращенням програмної робототехнічної СВСТ може бути збільшення функціоналу пристрою, шляхом додання можливостей для виміру артеріального тиску, температури тіла людини, попередження про порушення роботи серця або різкі зміни артеріального тиску, а також програмування з'єднання з ПК або мобільним телефоном бездротовим способом (WiFi).

Отже, можна зробити висновок, що основну ціль кваліфікаційної роботи досягнута. Отриманий результат відповідає меті роботи, розроблена робототехнічної СВСТ може бути удосконалена.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Swinnen, K. R., Reijnders, J., Breen, M., & Beenaerts, N. Camera Trapping for Wildlife Research and Management: A Guide for Biologists and Practitioners. Springer. 2019. 314 p.
- 2 Gilchrist, G. Wildlife Monitoring and Conservation: Technology in the Field. CRC Press. 2019. 286 p.
- 3 Rovero, F., & Zimmermann, F. Camera Trapping for Wildlife Research. Pelagic Publishing. 2018. 176 p.
- 4 Meek, P. D., Ballard, G., Banks, P., Claridge, A., Fleming, P., Sanderson, J., & Swann, D. Camera Trapping: Wildlife Management and Research. CSIRO Publishing. 2018. 350 p.
- 5 Meek P. D., Ballard G., Banks P., Claridge A., Kays R., Moseby K., ... & Swann, D. E. Recommended guiding principles for reporting on camera trapping research. *Wildlife Society Bulletin*. 2018. Vol. 42, Issue 2. Pp. 311-322.
- 6 Outdoor IP66 Wasserdicht 4K 30MP 0,3 s Trigger Solar-Powered WiFi APP Control Infrarot Nacht Version Wildlife Jagd trail Kamera URL: <https://www.aliexpress.com/item/1005005296182204.html> (дата звернення: 25.05.2023).
- 7 LTL ACORN 6511MG 4G Jagd Kamera GSM MMS HD Video Wilden Foto Fallen 12MP IR Digitale Trail Kamera wasserdicht Scouting Camcorder URL: <https://www.aliexpress.com/item/32848944523.html> (дата звернення: 25.05.2023).
- 8 BolyGuard MG984G-36M Jagd Kamera 4G 36M 1080PHD Wildlife Kamera MMS EMS Wasserdichte Drahtlose Kamera Thermische Imager Molnus 1 verkauft URL: <https://www.aliexpress.com/item/32964939038.html> (дата звернення: 25.05.2023).
- 9 Ls vision 2k 4g Solar drahtlose Überwachungs kamera im Freien 4mp WiFi Mensch/Tier Erkennung batterie betriebene IP66 wasserdichte CCTV-Kamera

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

URL: <https://www.aliexpress.com/item/1005005497254550.html> (дата звернення: 25.05.2023).

10 Lclctek 2k 4mp 4g SIM-Karte 940nm Trail Hunting batterie betriebene Überwachungs kamera Outdoor Pir drahtlose Überwachung CCTV-Kamera

URL: <https://de.aliexpress.com/item/1005005238976704.html> (дата звернення: 25.05.2023).

11 Керівні нормативні документи (КНД 211.0.6.102-02) «Номенклатура та позначення структурних елементів Державної системи моніторингу довкілля» / Варламов Є. М., Єрмоленко Ю. В., Юрченко Л. Л., Шпаківський Р. В. –К.: Мінекоресурсів, 2002. –14 с.

12 Керівні нормативні документи (КНД 211.0.1.101-02) «Положення про порядок інформаційної взаємодії органів Мінекоресурсів України та інших суб'єктів системи моніторингу довкілля при здійсненні режимних спостережень за станом довкілля» / Варламов Є. М., Єрмоленко Ю. В., Юрченко Л. Л., Шпаківський Р. В –К.: Мінекоресурсів, 2002. –11 с

13 SALIKHOV R. B.; ABDRAKHMANOV V. Kh; SAFARGALIN I. N. Internet of things (IoT) security alarms on ESP32-CAM. In: *Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing*, 2021. p.

14 ДСТУ 2879-94 Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. pp 36

15 ДСТУ EN 60204-33:2014 Електрообладнання промислових машин. Безпека. Частина 33. Вимоги до устаткування для виготовлення напівпровідників (EN 60204-33:2011, IDT) pp 28

16 ДСТУ EN ISO 13482:2019 Роботи та роботизовані пристрої. Вимоги щодо безпечності роботів особистого догляду (EN ISO 13482:2014, IDT; ISO 13482:2014, IDT) pp 75

17 ДСТУ EN ISO 10218-1:2014 Роботи і роботизовані пристрої. Вимоги безпеки для промислових роботів. Частина 1. Роботи (EN ISO 10218-1:2011, IDT) pp 35

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

18 Посилання на проєкт Точка доступу на основі ESP32-CAM URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-access-point-ap-web-server/>. (дата звернення: 29.05.2023).

19 ESP32-CAM-MB Micro USB Programmer – CH340G Serial Chip URL: <https://makeradvisor.com/tools/esp32-cam-mb-usb-programmer/> (дата звернення: 25.05.20123).

20 ESP32-CAM wifi + bluetooth modul kamera modul entwicklung board esp32 mit kamera modul ov2640 2mp URL: <https://de.aliexpress.com/item/1005005488599214.html> (дата звернення: 25.05.2023).

21 ESP32-CAM WiFi Modul 2,4G Antenne ESP32 Seriell zu WiFi ESP32 CAM Entwicklung Bord 5V Bluetooth mit OV2640 Kamera modul DIY URL: <https://www.aliexpress.com/item/1005001621697965.html> (дата звернення: 25.05.2023).

22 Зарядное устройство 220V miniUSB для GPS и планшетов 5V 1.5A URL: <https://bigl.ua/p1514036944-zaryadnoe-ustrojstvo-220v> (дата звернення: 25.05.2023).

23 Small Sun 14500 1000 mAh 3,7V Li-ion (56307276) URL: <https://dcelektro.com.ua/product/small-sun-14500-1000-mah-3-7v-li-ion-56307276/> (дата звернення: 25.05.2023).

24 2.4G 2.5dBi Wifi Omni Directional Antenna with IPEX (u.FL) to SMA Male to Female Connector Adapter URL: <https://circuit.rocks/antenna-wifi-2-4g-4dbi-with-cover.html> (дата звернення: 25.05.20123).

25 Інфрачервоний датчик руху HC-SR501 URL: <https://rozetka.com.ua/355539345/p355539345/> (дата звернення: 25.05.20123).

26 Семенко А. І. *Сучасний стан створення безпроводних телекомунікаційних мереж*. Львів: Львівська політехніка, 2015. 134 с

27 Yongsen Ma, Gang Zhou, Shuangquan Wang. WiFi sensing with channel state information: A survey. *ACM Computing Surveys* (CSUR), 2019, 52.3: 136.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- 28 LEE, Kyunghan, et al. Mobile data offloading: How much can WiFi deliver?. *IEEE/ACM Transactions on networking*, 2012, 21.2: 536-550.
- 29 BALACHANDRAN, Sasang. General Purpose Input/Output (GPIO). *Michigan State University College of Engineering. Published*, 2009, 08-11.
- 30 АТИКАН, Nur, et al. Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram. *KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 2022, 6.2: 49-53.
- 31 А. Вабарька Обґрунтування показника вибору оптимального алгоритму виділення фону у відеопослідовностях з камер відеоспостереження відомчих систем відео спостереження //Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2019. Т. 36. №. 3. С. 97-102.
- 32 АВС пластик натурального кольору URL: <https://monofilament.com.ua/ua/products/standartnye-materialy/abs/abs-plastic> (дата звернення: 25.05.2023).
- 33 Arduino IDE. URL: <https://arduino-ide.com/> (дата звернення: 25.05.2023).
- 34 Neil Cameron. *Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32: Building Web Pages, Applications, and WiFi Enabled Devices*. 2020. 723 p.
- 35 Peter Hoddie, Lizzie Prader. *IoT Development for ESP32 and ESP8266 with JavaScript: A Practical Guide to XS and the Moddable SDK*. 2020. 628 p
- 36 Agus Kurniawan. *Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32*. 2019. 252 p.
- 37 Dogan Ibrahim, Ahmet Ibrahim. *The Official ESP32 Book*. 2017. 286 p.
- 38 Github webpage. Driver ESP32-CAM for Arduino IDE URL: <https://github.com/igrr/mkspiffs/releases/> (дата звернення: 25.05.20123).
- 39 Github webpage. The program for the video recorder ESP32-CAM URL: <https://github.com/jameszah/ESP32-CAM-Video-Recorder> (дата звернення: 25.05.20123).
- 40 Нове слово у відеоспостереженні – камера зі штучним інтелектом, що може самонавчатися в процесі роботи URL: <https://guardinfo.online/> 2018/10/11/

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

novoe-slovo-v-videonablyudenii-samoobuchayushhayasya-v-processe-raboty-kamera-s-iskusstvennym-intellektom/ (дата звернення: 25.05.20123).

41 Апаратна складова інформаційної системи URL: <https://vseosvita.ua/library/aparatna-skladova-informacijnoi-sistemi-367749.html> (дата звернення: 25.05.2023).

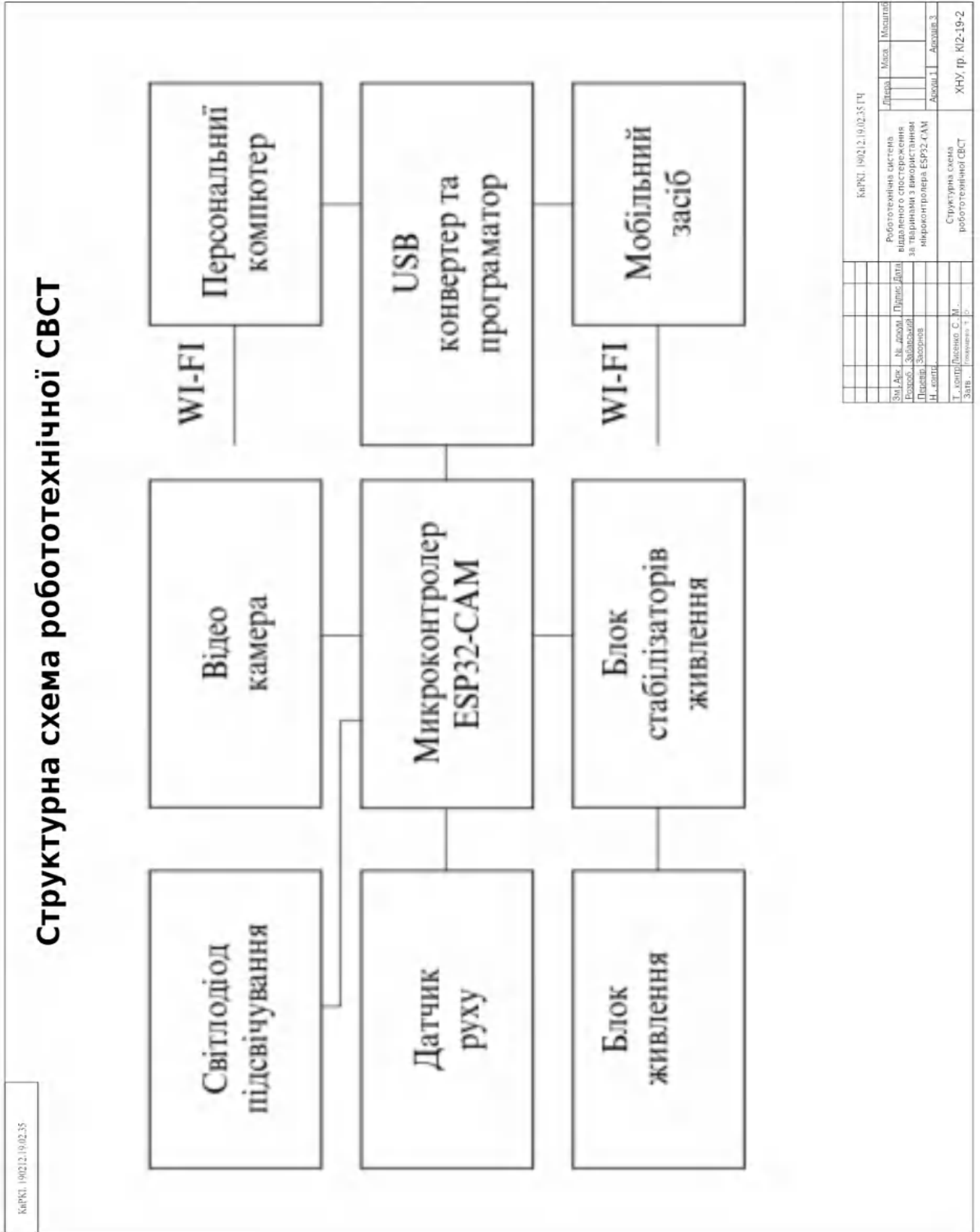
42 W. Yi, K. Lo, T. Mak, K. Leung, Y. Leung, M. Meng, (2015). A survey of wireless sensor network based air pollution monitoring systems. Sensors, 15(12), 31392–31427.

					КВРКІ. 190212.19.02.35 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Додаток Б

Копія креслення “Структурна схема робототехнічної СВСТ”  
(обов'язкове креслення)



## Додаток В

Копія креслення “Схема функціональна електрична та схема з'єднань складових  
робототехнічної СВСТ”  
(обов'язкове креслення)

### Схема функціональна електрична та схема з'єднань складових робототехнічної СВСТ

**Схема функціональна електрична  
робототехнічної СВСТ**

### Схема з'єднань складових робототехнічної СВСТ

Код ПК: 190212.19.02.35		Код ПК: 190212.19.02.35 ГЧ	
Зм. Акт.	№ докум.	Прийм. Дато	Діляч.
Склад.	Завдання		Місяц
Прийм.	Зверств		Рік
Д. код			Асисти. 1
			Асисти. 2
Т. код	Підпис С. М.		ХНУ, пр. Кіє-19-2
Зам.	Розробник Т. Р.		

Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP8266

Схема функціональна електрична та схема з'єднань складових робототехнічної СВСТ

## Додаток Д

Вміст конфігураційного файлу - settings.h робототехнічної СВСТ

*\* Назва камери для mDNS, маршрутизатора та імена файлів \*/*

```
static const char devname[] = "desklens " ;
```

*/\* Підключення бібліотек \*/*

```
#define include_telegram
```

```
// #define include_pir_and_touch
```

```
#define include_ftp
```

```
#define include_streaming
```

```
#define get_of_touch
```

*/\* Налаштування параметрів: WiFi, камери, телеграм бота \*/*

```
int delete_old_files = 1 ; // встановить значення 1, і він видалить найдавніші  
файли за день, тому ваш SD завжди буде порожнім на 10%.
```

```
// https://sites.google.com/a/usapiens.com/opnode/time-zones -- знайдіть свій часовий пояс тут
```

```
# define TIMEZONE " GMT0BST,M3.5.0/01,M10.5.0/02 " // ваш часовий  
пояс - це GMT
```

```
// 1 для блимання червоного світлодіода під час кожного запису на SD-карту з вашою  
частотою кадрів
```

```
// 0 лише для блимання для пропуску кадрів і SOS, якщо камера або SD зламано
```

```
#define BlinkWithWrite 1
```

```
// РЕДАГУВАТИ ssid і паролі
```

```
const char * ssid = " jzjzjzjz " ;
```

```
const char * password = " mrpeanut " ;
```

```
// перезавантаження параметрів запуску т
```

```
int Internet_Enabled = 1 ; // встановити 0, щоб вимкнути всі дії в Інтернеті -  
wifi, час, http, ftp, telegram
```

```
int DeepSleepPir = 0 ; // встановити значення 1 для глибокого сну між  
відео пір
```

```

int record_on_reboot = 1 ; // встановити 1 для запису або 0 для НЕ запису під
час перезавантаження

int PIRpin = 13 ; // для активного високого pin або мікрохвильової печі тощо

int PIRenabled = 0 ; // 1 означає, що PIR увімкнено під час перезавантаження,
працюватиме, лише якщо ви не записуєте

int MagicNumber = 011 ; // змініть це, якщо ви перекомпілюєте і не хочете
використовувати параметри ESPROM

int stream_interval = 333 ; // мілісекунди між кадрами, доставленими під час
прямої трансляції - 333 це 3 кадри в секунду
// ось 2 набори параметрів запуску -- більше внизу на веб-сторінці зупинки та перезапуску
// VGA 10 кадрів в секунду протягом 30 хвилин і повторення, відтворення в реальному часі

int framesize = 8 ; // 13 UXGA, 11 HD, 9 SVGA, 8 VGA, 6 CIF

int repeat_config = 100 ; // повторювати той самий фільм стільки разів

int xspeed = 1 ; // швидкість відтворення - реальний час дорівнює 1,
або 300 означає відтворення 30 кадрів в секунду кадрів по 10 секунд на кадр (30 кадрів в
секунду / 0,1 кадрів в секунду)

int quality = 0 ; // не сірий

int якість = 12 ; // якість за підшкалою 10..50 - 10 добре, 20 зернисті
та менші файли, 12 краще на яскравому сонці через обрізання

int capture_interval = 100 ; // мілісекунди між кадрами

volatile int total_frames_config = 18000 ; // скільки кадрів - довжина фільму
в мс дорівнює total_frames x capture_interval

RTC_DATA_ATTR int EnableBOT = 0 ;

# define BOTtoken " 9876543210:qwertyuiopasdfghjklzxcvbnmqwertyuio "
// отримати власного бота та ідентифікатор на telegram.org

# define BOTme " 1234567890 "

```

Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

Дата перевірки:  
08.06.2023 08:00:38 EEST

Дата звіту:  
08.06.2023 08:01:37 EEST

ID перевірки:  
1015494259

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100005591

Назва документа: Забавський\_Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використ...  
Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 10489 Кількість символів: 80613 Розмір файлу: 9.94 MB ID файлу: 1015150797

## 5.86% Схожість

Найбільша схожість: 2.76% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011307847)

5.49% Джерела з Інтернету 154 ..... Сторінка 71

3.47% Джерела з Бібліотеки 154 ..... Сторінка 72

## 0.13% Цитат

Цитати 4 ..... Сторінка 73

Посилання 1 ..... Сторінка 73

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 8

# Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%**

**Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 15%**

ID: 115113 Назва: БКР Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM Додано в БД: 2023-06-08 Автора: О. Ю. Забавський Керівники: О. С. Засорнов Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	63125	590	1377 (2%)	19 (3%)

## Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

## РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Забавський Олександр Юрійович

Тема: Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень   3   Кількість сторінок записки   55  

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробка робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі було визначено п'ять основні напрямків пов'язаних з дослідженнями за допомогою СВСТ. Виявлено що існує доволі велика кількість сучасних СВСТ. Визначені дев'ять основних напрямків покращення СВСТ. Були сформування дванадцять вимог для розробки робототехнічної СВСТ. У другому розділі було визначено що процес проектування робототехнічної СВСТ є стандартизований і вміщує такі етапи: розробка технічного завдання; розробка технічної пропозиції; ескізний проєкт; технічний проєкт. Розроблена структурна схема робототехнічної СВСТ. На основі виконаного огляду популярних мікропроцесорів було здійснено вибір МК ESP32-CAM. Обрано виріб з двох плат, який відрізняється від інших можливістю прямого програмування за допомогою USB оскільки має програматор на мікросхемі TTL CH340. Було здійснено обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення робототехнічної СВСТ. У третьому розділі була реалізована апаратна частина пристрою з використанням її структурної схеми. Плата ESP32-CAM в робототехнічної СВСТ призначена для керування системою на відстані за допомогою бездротового зв'язку через Wi-Fi по ло-

кальній мережі або в інтернет. Розроблено макет робототехнічної СВСТ з використанням електричної функціональної схеми. Розроблено корпус робототехнічної СВСТ з АВС пластику (на 3D принтері) з використанням веб-середовища Tinkercad. Програмування робототехнічної СВСТ виконане в середовищі Arduino IDE. Для цього було встановлено Arduino IDE та драйвери плати ESP32 версії 2.0.6.

4. Позитивні сторони роботи: практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: запропонована робототехнічна СВСТ відсилає у телеграм канал лише фото..

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно стандартів що діють для оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) \_\_\_\_\_

Гурман Іван Васильович, доцент кафедри ЕТЗ

“ 8 ” червня 2023 р.

ІВ Гурман (підпис)

Завідувачу кафедри КІС  
д-р.техн.наук, проф. Говорушенко Т. О.

Забавського Олександра Юрійовича

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-2

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

8.06.2023

Дата

Сашко

Підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ**  
**КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**  
**ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Робототехнічна система віддаленого спостереження за тваринами з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Автор: Забавський Олександр Юрійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Засорнов Олександр Сергійович, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

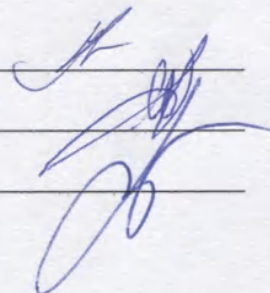
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 5.86% і адресується до 154 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІІС



О. С. Засорнов

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко