

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Система відеоспостереження для охорони приватного будинку

Назва теми

КВРКІ. 210361.21.03.17 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 KI2-21-3

Підпис

Олександр ГАРІФУЛЛІН

Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

Василь ЯЦКІВ

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

Тетяня КИСІЛЬ

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем

Підпис

Ольга ПАВЛОВА

Ініціали, прізвище

« » червня 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

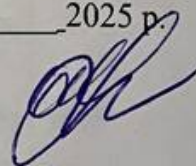
Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Ольга ПАВЛОВА

“ 10 ” 01 2025 р.



ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Олександр ГАРІФУЛЛІНУ

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Система відеоспостереження для охорони приватного будинку

Керівник проекту (роботи) Василь ЯЦКІВ, д.т.н., професор

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

Затверджена наказом ректора університету від 07.02.2025 р. №23

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Загальні принципи роботи систем відеоспостереження та огляд відомих рішень

Аналіз апаратних рішень та проектування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку

Реалізація та тестування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку

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

Структура системи відеоспостереження

Монтажна схема

Схема результатів симуляції

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Тетяна КИСІЛЬ, доцент кафедри КІС		
Антиплагіат	Андрій НІЧЕПОРУК, доцент кафедри КІС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2025	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2025	виконано
3	Робота над розділом 1 – Загальні принципи роботи систем відеоспостереження та огляд відомих рішень	01.03.2025	виконано
4	Робота над розділом 2 – Аналіз апаратних рішень та проектування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку	01.04.2025	виконано
5	Робота над розділом 3 – Реалізація та тестування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку	30.04.2025	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2025	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2025	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2025 року	

Студент

Підпис



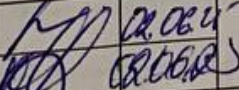
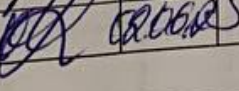
Олександр ГАРІФУЛЛІН
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис

Василь ЯЦКІВ
Ініціали, прізвище

№ Р я д к а	Ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л · л и с т і в	№ ек з	П р и м і т к а
1		КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	<u>Текстові документи</u> Пояснювальна записка	60		
2		КВРКІ. 210361.21.03.17 Е8	<u>Графічні матеріали</u> Структура системи відеоспостереження	1		
3		КВРКІ. 210361.21.03.17 Е8	Монтажна схема	1		
4		КВРКІ. 210361.21.03.17 Е8	Схема результатів симуляції	1		

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ					
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Відомість проекту			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гаріфуллін О.						У	1	1
Перевір.		Яцків В.В.						ХНУ, КІ2-21-3		
Н. контр.		Кисіль Т.М.								
Затв.		Павлова О.О.								

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система відеоспостереження для охорони приватного будинку».

Автор роботи: *Гаріфуллін Олександр Русланович.*

Керівник роботи: *Яцків Василь Васильович.*

Пояснювальна записка: 60 с., 35 рис., 1 табл., 3 дод., 60 джерел.


Графічна частина: 3 креслення.

СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР,
ВИЯВЛЕННЯ РУХІВ, OPENCV.

Мета кваліфікаційної роботи: є проектування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку.

У сучасних умовах забезпечення безпеки приватного житла набуває дедалі більшого значення. Поширення випадків крадіжок, несанкціонованого проникнення та інших загроз спонукає власників будинків шукати ефективні засоби контролю та охорони. Одним із найрезультативніших рішень є впровадження системи відеоспостереження, яка дозволяє не лише здійснювати постійний моніторинг території, але й оперативно виявляти підозрілу активність. Особливо актуально це для віддалених ділянок або у випадках, коли власник не має змоги фізично перебувати на місці.

Одним із способів проектування такої системи є використання сучасних мікрокомп'ютерів і програмних засобів, які забезпечують гнучкість і автономність функціонування. Такі системи можуть складатися з декількох взаємопов'язаних модулів, кожен з яких виконує певну функцію – від захоплення відео до його аналізу та передачі даних користувачеві.


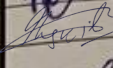
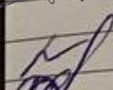


Підпис студента

2005.25
Дата

ЗМІСТ

СКРОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	3
ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ОГЛЯД ВІДОМИХ РІШЕНЬ	6
1.1 Загальні принципи роботи систем відеоспостереження	6
1.2 Аналіз відомих рішень реалізації систем відеоспостереження	10
1.3 Комерційні системи відеоспостереження	15
1.4 Інтеграція OpenCV для аналізу відео та зображень у системах безпеки... 18	
1.5 Висновки. Постановка задачі	20
2 АНАЛІЗ АПАРАТНИХ РІШЕНЬ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ ...	22
2.1 Основи проєктування системи відеоспостереження та встановлення вимог	22
2.2 Структура системи відеоспостереження для охорони приватного будинку	25
2.3 Вибір засобів живлення для компонентів модуля відеоспостереження....	27
2.4 Аналіз апаратних рішень	30
2.5 Висновки.....	37
3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	38
3.1 Тестування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку	38
3.2 Монтажна схема проєктованого модуля відеоспостереження	49
3.3 Налаштування головного вузла для системи відеоспостереження.....	51
3.4 Оцінка вартості проєкту.....	56
3.5 Висновки.....	58

КвРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Система відеоспостереження для охорони приватного будинку	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Гаріфуллін О.Р.					2	60
Перевір.		Яцків В.В.						
Н.контр.		Кисіль Т.М.		2023.04.05				
Затвер.		Павлова О.О.		2023.04.05				

ХНУ, КІ2-21-3

ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	61
ДОДАТОК А Копія креслення «Структура прогармно-апаратного засобу».....	63
ДОДАТОК Б Копія креслення «Монтажна схема»	63
ДОДАТОК В Копія креслення «Схема результатів симуляції».....	64

					КвРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		2

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

RPI – Raspberry Pi

RPiZW – Raspberry Pi Zero W

NVR – Network Video Recorder

IP – Internet Protocol

RTSP – Real-Time Streaming Protocol

LAN – Local Area Network

FPS – Frames Per Second

CPU – Central Processing Unit

MJPEG – Motion JPEG

USB – Universal Serial Bus

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасних умовах забезпечення безпеки приватного житла набуває дедалі більшого значення. Поширення випадків крадіжок, несанкціонованого проникнення та інших загроз спонукає власників будинків шукати ефективні засоби контролю та охорони. Одним із найрезультативніших рішень є впровадження системи відеоспостереження, яка дозволяє не лише здійснювати постійний моніторинг території, але й оперативно виявляти підозрілу активність. Особливо актуально це для віддалених ділянок або у випадках, коли власник не має змоги фізично перебувати на місці.

Одним із способів проектування такої системи є використання сучасних мікрокомп'ютерів і програмних засобів, які забезпечують гнучкість і автономність функціонування. Такі системи можуть складатися з декількох взаємопов'язаних модулів, кожен з яких виконує певну функцію – від захоплення відео до його аналізу та передачі даних користувачеві.

Центральним елементом такої системи є процес захоплення відеопотоку з камер спостереження, адже саме він забезпечує постійне надходження візуальних даних про стан об'єкта. Проте сам відеопотік без належної обробки не гарантує ефективного виявлення загроз. Тому не менш важливим є другий етап – виявлення руху, що передбачає аналіз змін між послідовними кадрами. Цей процес виконується за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, які здатні автоматично визначати появу нових об'єктів у кадрі або зміну положення вже наявних. Такий підхід дозволяє системі працювати автономно, без потреби в постійному контролі з боку користувача, та вчасно сповіщати про будь-які підозрілі події.

З технічної точки зору, реалізація подібного функціоналу передбачає використання спеціалізованих бібліотек, таких як OpenCV, що забезпечують засоби для захоплення відео, попередньої обробки кадрів, виявлення змін у зображенні та фіксації руху. Завдяки алгоритмам, які аналізують різницю між

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						4
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

кадрами, система може точно локалізувати область, у якій відбулася зміна, і визначити наявність руху навіть при незначному зрушенні об'єктів.

Отже, створення системи відеоспостереження для приватного будинку з акцентом на функції захоплення відеопотоку та виявлення руху є не лише актуальним, а й необхідним кроком у напрямку підвищення рівня безпеки. Метою роботи є проєктування системи відеоспостереження для приватного будинку.

У рамках даної кваліфікаційної роботи планується використати мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 Model B як центральний вузол для обробки даних і координації системи, а також чотири Raspberry Pi Zero W, кожен з яких виконуватиме роль окремого периферійного модуля з підключеною камерою. Для забезпечення гнучкості у розміщенні та стабільної роботи передбачено використання автономного живлення на основі літій-полімерних акумуляторів.

Метою роботи є проєктування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку.

Об'єктом дослідження є процеси захоплення відеопотоку з камер спостереження та виявлення руху на основі аналізу змін між послідовними кадрами за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору.

Предметом дослідження є система відеоспостереження для приватного будинку.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						5
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ОГЛЯД ВІДОМИХ РІШЕНЬ

1.1 Загальні принципи роботи систем відеоспостереження

Системи відеоспостереження призначені для візуального контролю за об'єктами в режимі реального часу або з можливістю подальшого перегляду записаного відео. Вони забезпечують безпеку, моніторинг та аналітику, використовуючи камери, засоби збереження даних, модулі обробки зображення та канали передавання інформації.

Системи відеоспостереження стали невід'ємною частиною сучасного життя, широко застосовуючись для забезпечення безпеки у приватних домогосподарствах, на підприємствах, у державних установах та громадських місцях. Вони дозволяють в режимі реального часу здійснювати нагляд за подіями, що відбуваються в певному просторі, а також фіксувати ці події для подальшого перегляду та аналізу. Такий підхід є ефективним інструментом як для запобігання правопорушенням, так і для збору доказів у разі їх вчинення.

Класична система відеоспостереження складається з однієї або декількох камер, які передають відеосигнал на пристрій запису або до центру моніторингу. На ранніх етапах розвитку таких технологій зображення записувалося на відеомагнітофони, що дозволяло переглянути матеріал уже після події. Проте сучасні системи значно вдосконалилися. Сьогодні активно використовується постійний моніторинг із залученням операторів, які можуть оперативно реагувати на події, що відбуваються у зоні спостереження.

Основою будь-якої системи є камери, які фіксують зображення. У залежності від типу технологій, системи можуть використовувати аналогові або цифрові (IP) камери. Аналогові є старішими, потребують коаксіальних кабелів для передачі сигналу до DVR (цифрового відеореєстратора) і окремого джерела живлення. Вони обмежені у функціональності, проте залишаються поширеним та доступним варіантом. Цифрові IP-камери, навпаки, забезпечують високу якість

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						6
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

зображення, використовують мережеві протоколи для передачі даних, можуть працювати через єдиний кабель завдяки технології Power over Ethernet (PoE).

У контексті систем відеоспостереження термін Power over Ethernet (PoE) означає технологію, яка дозволяє передавати електроживлення разом із даними через один і той самий Ethernet-кабель (зазвичай кабель типу Cat5e або Cat6). Це значно спрощує монтаж камер, особливо у великих системах або в місцях, де важко прокласти окремі кабелі живлення.

Завдяки PoE камери спостереження (переважно IP-камери) можуть отримувати живлення безпосередньо від мережевого комутатора або інжектора PoE, що усуває потребу в розетках або окремих джерелах живлення поблизу кожної камери. Це робить систему більш гнучкою, естетичною та надійною.

У системах відеоспостереження з PoE можна виділити наступні переваги:

- зменшується кількість кабелів, що пришвидшує встановлення;
- покращується керування енергоспоживанням – комутатори можуть віддалено вмикати/вимикати живлення камер;
- підвищується надійність, оскільки менше точок відмови у вигляді блоків живлення;
- спрощується масштабування системи, що особливо важливо для об'єктів з великою кількістю камер.

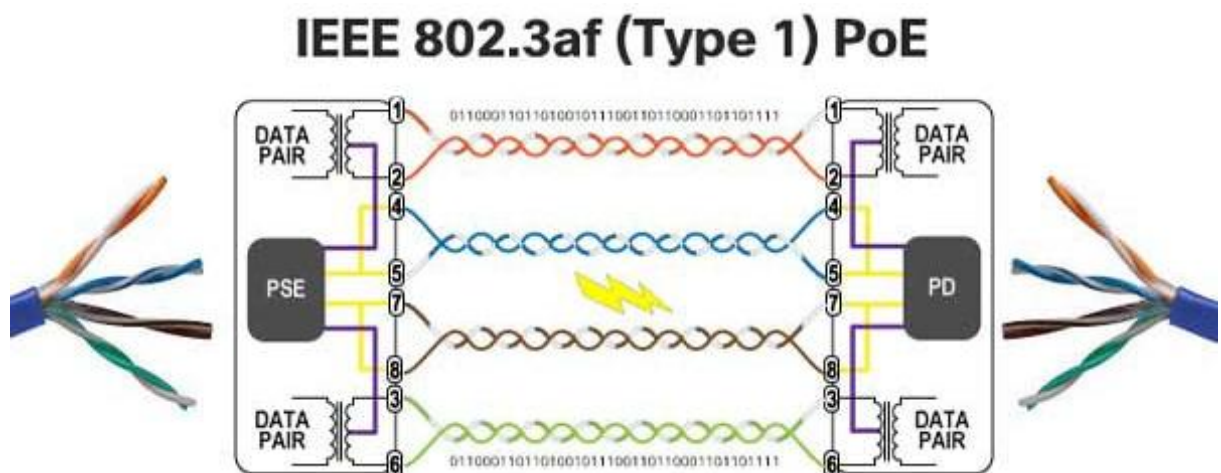


Рисунок 1.1 – Power over Ethernet (PoE) технологія

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

На рис. 1.2 зображено типову мережеву систему відеоспостереження, побудовану за допомогою технології Power over Ethernet (PoE). Основними складовими цієї системи є IP-камери, PoE-комутатор, мережевий відеореєстратор (NVR), маршрутизатор, а також пристрої для локального та віддаленого перегляду відео. IP-камери встановлюються у різних місцях для охоплення потрібної зони спостереження. Вони під'єднані до PoE-комутатора за допомогою Ethernet-кабелів, які одночасно передають як дані, так і електроживлення, що значно спрощує монтаж і мінімізує потребу в додатковому обладнанні.

PoE-комутатор з'єднує всі камери в єдину мережу та направляє відеопотік до мережевого відеореєстратора (NVR), який відповідає за запис, зберігання та керування відеоданими. NVR, у свою чергу, з'єднаний із локальним монітором, на якому можна переглядати відео в реальному часі або з архіву, а також із маршрутизатором. Завдяки підключенню NVR до маршрутизатора користувачі мають можливість віддаленого доступу до відеоспостереження через Інтернет. Відео можна переглядати на комп'ютері, планшеті чи смартфоні, що забезпечує гнучкий і зручний контроль за об'єктом у будь-який момент і з будь-якого місця.

Таким чином представлена система ілюструє класичний підхід до відеоспостереження, який поєднує ефективність IP-камер, централізоване керування через NVR та зручність віддаленого моніторингу, забезпечуючи високий рівень безпеки.



Рисунок 1.2 – Система відеоспостереження на основі IP камер

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Ще один тип камер є CCTV камери. CCTV (Closed-Circuit Television) – це класичний тип відеоспостереження, який базується на передаванні сигналу від камер до відеореєстратора або монітора через коаксіальні кабелі. У таких системах сигнал не транслюється в загальнодоступну мережу, що забезпечує замкненість системи та певний рівень захищеності. CCTV-камери зазвичай мають нижчу роздільну здатність у порівнянні з цифровими камерами, обмеженість у масштабуванні, а також складність інтеграції з сучасними інтелектуальними сервісами. Водночас вони залишаються популярними у багатьох сферах завдяки простоті встановлення, стабільності роботи, відносно невисокій вартості обладнання, а також можливості використовувати наявну аналогову інфраструктуру. Приклад системи відеоспостереження на основі CCTV-камер наведено на рис. 1.3.

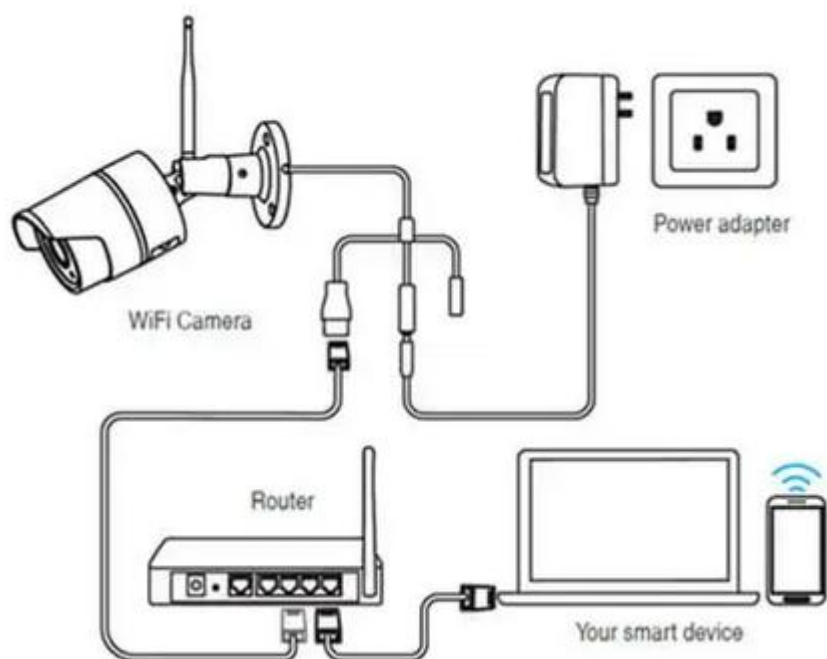


Рисунок 1.3 – Система відеоспостереження на основі CCTV-камери

CCTV-системи часто застосовуються для охорони громадських місць, промислових підприємств, державних об'єктів, складів, банківських установ та інших зон, де не вимагається інтелектуальна аналітика, а головним завданням є фіксація фактів та подій у конкретних просторово обмежених точках. У деяких

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

випадках CCTV може інтегруватися з системами виявлення руху або тривожними сигналізаціями, проте функціональні можливості таких рішень обмежені.

З іншого боку, IP-камери, відкривають новий рівень можливостей відеоспостереження. Вони працюють через цифрові мережі (LAN, Wi-Fi, Інтернет), дозволяючи передавати відео у високій роздільній здатності, вести запис на сервер або у хмарне сховище, забезпечувати віддалений доступ у режимі реального часу, а також інтегруватися з системами аналітики (розпізнавання облич, виявлення об'єктів, підрахунок людей тощо). Завдяки підтримці технології Power over Ethernet (PoE), IP-камери можуть одночасно отримувати живлення та передавати дані по одному кабелю, що значно спрощує інсталяцію та обслуговування системи.

Отже, хоча CCTV-камери й надалі займають важливу нішу в системах безпеки, саме IP-система відеоспостереження була обрана для даного проєкту, оскільки вона відповідає сучасним вимогам щодо масштабованості, доступності до даних у будь-який момент часу, гнучкого управління, а також можливості подальшого розширення та інтеграції з іншими сервісами безпеки. Це рішення дозволяє не лише фіксувати події, а й активно реагувати на них у реальному часі, що є критично важливим для ефективного забезпечення контролю над об'єктом.

1.2 Аналіз відомих рішень реалізації систем відеоспостереження

На сьогодні існують як комерційні, так і відкриті (open-source) рішення для відеоспостереження. Комерційні системи часто пропонують високу надійність, зручний інтерфейс та технічну підтримку, однак вони зазвичай мають високу вартість, що робить їх менш доступними для широкого кола споживачів. Відкриті рішення, з іншого боку, часто базуються на доступних платформах та використовують програмне забезпечення з відкритим кодом, що дозволяє створювати індивідуальні системи відеоспостереження, адаптовані до конкретних потреб користувачів, при цьому значно знижуючи вартість реалізації.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 10
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

У роботі [21] запропоновано розумну систему відеоспостереження, що розроблена для виявлення присутності особи, що входить до кімнати. Коли рух виявляється давачем руху (PIR сенсором), так і камерою, система автоматично робить фотографії, які зберігаються для подальшого аналізу. Система має два періоди для автентифікації. Перший період триває 8 секунд з моменту, коли присутність людини була виявлена та підтверджена як PIR сенсором, так і камерою. Якщо в цей час не відбулося автентифікації через RFID картку, система надає ще один період, що триває 15 секунд, для остаточної перевірки. Якщо протягом цього часу правильна картка не буде автентифікована, система негайно надсилає сповіщення власнику через електронну пошту з фотографіями потенційного зловмисника.

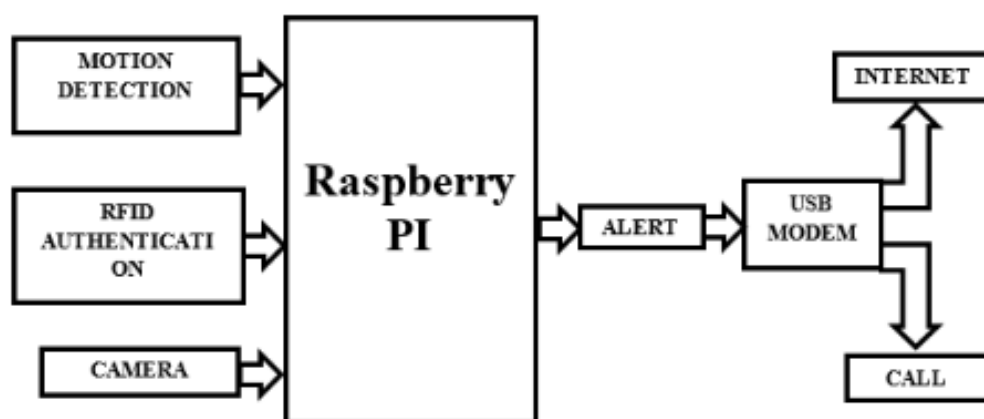


Рисунок 1.4 – Структура системи відеоспостереження на основі використання двох періодів для автентифікації

Мікрокомп'ютер Raspberry Pi, використовуваний у системі, підключається до інтернету через USB модем, який також може бути використаний для здійснення телефонного дзвінка власнику. Панель управління системи доступна через Wi-Fi через веб-браузер, що дозволяє власнику включити систему, вимикати її, перезавантажувати та керувати збереженими фотографіями. Це дозволило отримувати реальне спостереження за ситуацією в режимі реального часу, що дає власнику достатньо часу для прийняття необхідних заходів.

У статті [21] представлено автоматизовану систему відеоспостереження, яка використовує Raspberry Pi та Arduino для забезпечення безпеки. Основною метою роботи було розробити систему, яка забезпечує моніторинг безпеки, використовуючи недорогі та доступні компоненти. В основі системи лежить комбінація двох популярних платформ: Raspberry Pi для обробки відео та передачі даних і Arduino для роботи з датчиками, що відповідають за виявлення руху та контроль фізичних процесів.

У цій системі Raspberry Pi відповідає за отримання відеопотоку та обробку зображень, зокрема для виявлення руху або вторгнення в певну зону. Камера підключена до Raspberry Pi, а також налаштовано відправлення зображень або відео через інтернет у разі виявлення порушення. У свою чергу, Arduino використовується для інтеграції різноманітних датчиків, таких як PIR сенсори (для виявлення руху), що дозволяють активувати камеру в разі виявлення змін в середовищі.

Система спроектована так, щоб забезпечити віддалений моніторинг через інтернет, надаючи власнику можливість отримувати сповіщення про інциденти в реальному часі. Інформація передається через локальну мережу або Інтернет, що дає можливість для швидкої реакції. Основними особливостями представленої системи є:

- виявлення руху в реальному часі за допомогою PIR сенсора, підключеного до Arduino;
- камера для запису відео і фото в разі виявлення руху;
- використання Raspberry Pi для обробки зображень та відправлення сповіщень через інтернет;
- віддалене керування системою через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Іншим великим напрямком розробки open source проєктів є застосування технологій машинного навчання та комп'ютерного зору [22-27].

Зокрема у роботі [22] представлена система, яка використовує нічне бачення для виявлення диму і людей на складі, а також надсилає фотографії того,

що бачить камера, на електронну пошту користувача. Датасет у цьому випадку складається з відео та фотографій, зроблених камерою Raspberry Pi, здатною працювати при низькому освітленні. Алгоритми, що використовуються в системі, включають метод субтракції фону, алгоритм виявлення людей та класифікатор Haar Cascade. Точність виявлення диму і людей становить 83,56% та 83,33% відповідно. Таким чином використовуючи OpenCV і Raspberry Pi 3, автори розробили систему домашнього відеоспостереження на основі комп'ютерного зору.

У роботі [24] розглядається система розпізнавання обличчя з використанням OpenCV на базі IoT для «розумних дверей». Під терміном «розумні двері» мається на увазі спеціальна система відеоспостереження, вбудована в двері з метою забезпечення безпеки конкретного приміщення. Кожна підпапка бази даних містить 45 фотографій кожної особи. У розробці використовувалися OpenCV2, метод LBPН (Local Binary Pattern Histogram) і класифікатор Haar Cascade – усі ці інструменти є з відкритим кодом. Дослідження проведено авторами свідчить, що точність розпізнавання авторизованих осіб становить 89,3%.

У [25] було розроблено систему безпеки на основі відеоспостереження з використанням OpenCV та Arduino Uno. Системи на основі CCTV не є реального часу, оскільки власник дізнається про інцидент лише після його виникнення. Це дослідження намагалось створити систему безпеки на основі відеоспостереження, яка здатна в режимі реального часу розпізнавати неавторизованих осіб і надсилати сповіщення. Згідно з результатами, точність виявлення у цій системі становить 86%.

У роботі [26] було запропоновано систему Smart Surveillance (розумне відеоспостереження), яка використовує аналіз руху, розпізнавання рис обличчя (Facial Landmark) та OpenCV. Метод LBPН було застосовано для роботи з фотографіями низької роздільної здатності. Метою було точніше та ефективніше розпізнавання облич за допомогою поєднання LBPН і класифікатора Haar Cascade. Датасет оброблявся за допомогою векторів ознак LBPН та методів навчання Haar Cascade.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 13
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Авторами роботи [27] було представлено ще одну систему відеоспостереження. Для створення графічного інтерфейсу користувача було використано бібліотеку Tkinter, яка є стандартним інструментом створення GUI в середовищі Python. Tkinter забезпечує широкий набір вбудованих віджетів (кнопки, мітки, текстові поля тощо) і функцій для створення вікон, обробки введення користувача та управління елементами інтерфейсу. Це дало змогу створити візуально привабливий та функціональний інтерфейс, який відповідає загальному дизайну системи.

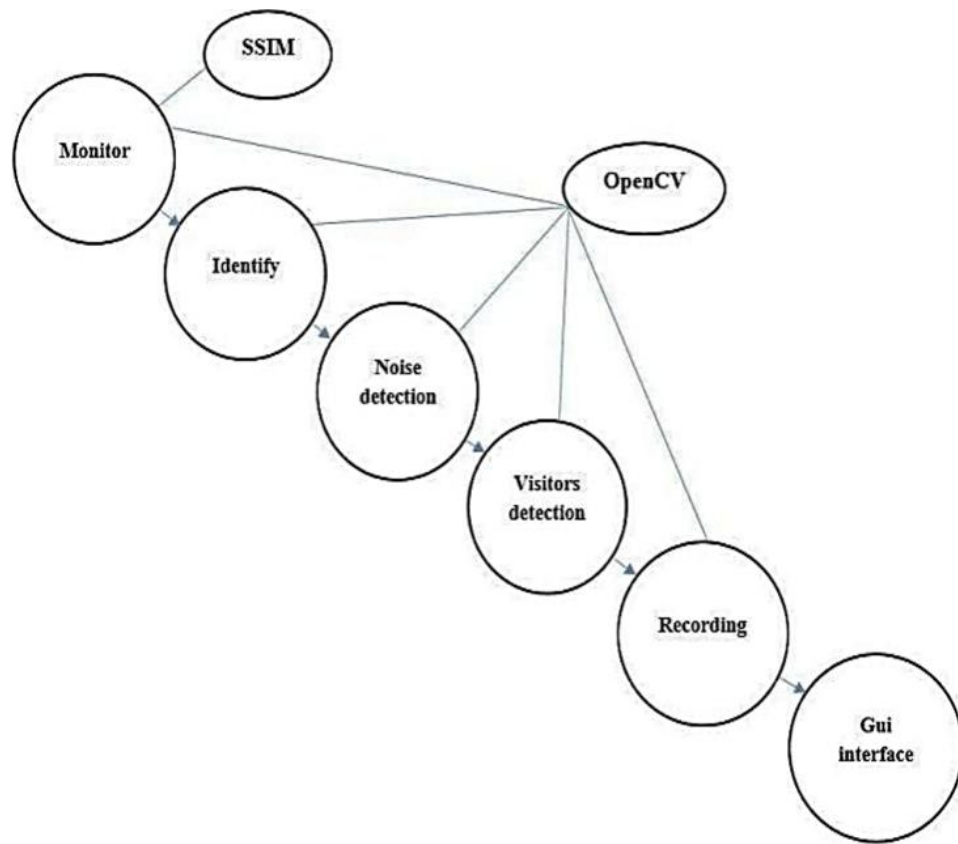


Рисунок 1.5 – Пропонована діаграма реалізації процесу відеоспостереження із використанням бібліотеки OpenCV

У подальшому етапі автори застосували методи OpenCV для реалізації всіх функціональних можливостей інтерфейсу. Основним інструментом виступав модуль cv2, який надає широкий спектр методів для обробки зображень, комп'ютерного зору та аналізу відео. Для розпізнавання облич було використано попередньо навчені моделі OpenCV, зокрема класифікатор Haar Cascade та метод

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

гістограми локальних бінарних шаблонів (LBPH), які дозволяють виявляти та ідентифікувати авторизованих або неавторизованих осіб на кадрах з камер відеоспостереження. Для запису відео автори застосували метод cv2.VideoWriter, який дозволяє зберігати кадри з камери спостереження у вигляді відеофайлів, що можуть бути використані як доказ у разі інцидентів.

Після написання програмного коду для всіх функцій, їх було імпортовано до основного файлу main.py, який відповідає за запуск інтерфейсної частини програми. Завершальним етапом роботи системи відеоспостереження включав запуск системи через середовище Python IDLE, у результаті чого користувач отримував доступ до інтерактивного графічного інтерфейсу.

1.3 Комерційні системи відеоспостереження

Комерційні системи відеоспостереження відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки об'єктів різного призначення – від підприємств до житлових комплексів. Одним із центральних елементів таких систем є відеореєстратор, який виконує функцію збору, обробки, зберігання та подальшого аналізу відеоданих із камер спостереження. Саме відеореєстратор забезпечує безперервний запис відеопотоків, їх архівацію, а також можливість перегляду в реальному часі або у вигляді записів, що дозволяє оперативно реагувати на інциденти. Його надійність, обсяг пам'яті та функціональні можливості напряду впливають на ефективність усієї системи відеоспостереження.



Рисунок 1.6 – Відеореєстратор Green Vision

Серед найвідоміших комерційних систем відеоспостереження варто відзначити такі бренди, як Hikvision, Dahua, Bosch Security Systems, Axis Communications та Hanwha Techwin.

Hikvision пропонує комплексну систему HikCentral Professional, яка включає IP-камери з аналітикою, розпізнаванням облич і номерних знаків, а також централізоване управління всіма пристроями через єдиний програмний інтерфейс. Dahua має аналогічне рішення під назвою DSS (Dahua Security Software), яке дозволяє інтегрувати відеоспостереження з системами контролю доступу, тривожними датчиками та інтелектуальним аналізом подій у реальному часі.

Axis Camera Station – це популярне програмне забезпечення від Axis Communications, яке працює в парі з їхніми IP-камерами та пропонує потужні функції для запису, пошуку відео та управління великою кількістю камер через зручний інтерфейс (рис. 1.7). Bosch пропонує рішення під назвою BVMS (Bosch Video Management System), яке дозволяє працювати з відео високої чіткості, підтримує події на основі П, а також інтегрується з іншими системами безпеки, такими як охоронна сигналізація або пожежна безпека.

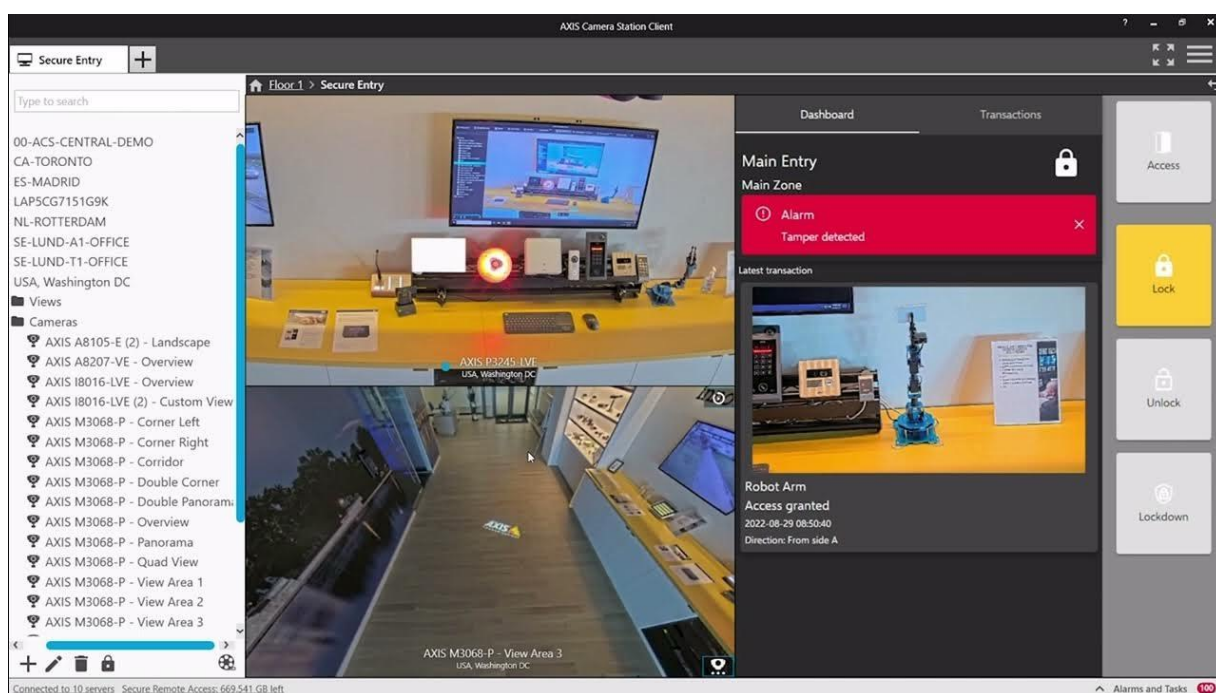


Рисунок 1.7 – Користувачський інтерфейс системи відеоспостереження від Axis

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Hanwha Wisenet WAVE – це ще одна відома система, орієнтована на масштабованість та інтуїтивне керування. Вона підтримує багато типів камер, а також забезпечує аналітику та хмарний моніторинг. Ці рішення дозволяють не лише записувати відео, а й активно реагувати на інциденти, що робить їх особливо корисними для забезпечення безпеки на великих об'єктах або у публічних просторах.

Ще одним популярним рішенням для відеоспостереження є обладнання від української компанії GreenVision. Зокрема, GV-IP-K-W86/03 5MP – це готовий комплект, що складається з трьох IP-камер високої роздільної здатності 5 МП і відеореєстратора [28]. До комплекта входить апаратне обладнання, що представлено реєстратором, 3 камерами та комутатором, а також безкоштовне програмне забезпечення для віддаленого доступу через мобільний додаток або комп'ютер.



Рисунок 1.8 – Комплект системи GV-IP-K-W86/03 5MP від

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ

Арк.
17

Таким чином за результатами проведеного огляду було встановлено, що головними недоліками комерційних рішень для відеоспостереження можуть бути висока вартість обладнання, складність інтеграції з іншими системами без спеціалізованих знань, а також обмеження по налаштуваннях і функціях, що можуть бути доступні лише через платні ліцензії. Крім того, деякі виробники можуть використовувати пропрієтарні технології, що ускладнює розширення або модернізацію системи в майбутньому.

1.4 Інтеграція OpenCV для аналізу відео та зображень у системах безпеки

Відповідно до проведеного огляду було встановлено, що однією з функцій, які є критично важливими для сучасних систем безпеки, є ефективно розпізнавання об'єктів на відео та зображеннях. Це дозволяє не лише підвищити рівень захисту, але й зменшити людську участь у процесі моніторингу. Оскільки традиційні методи не здатні забезпечити необхідну швидкість і точність виявлення на великих обсягах відеоінформації, стало очевидним, що для вирішення цієї проблеми необхідно застосувати більш ефективні технології.

Однією з основних функцій, яку можна реалізувати з використанням OpenCV, є розпізнавання об'єктів у відео. Наприклад, за допомогою алгоритмів, таких як класифікатори на основі каскадних функцій Хаара (Haar Cascade Classifier), можливо ефективно виявляти обличчя або інші важливі об'єкти на зображеннях. Це дозволяє системам безпеки автоматично виявляти та реєструвати присутність конкретних осіб у камерах відеоспостереження, що значно підвищує ефективність моніторингу.

OpenCV також надає можливість застосовувати методи для виявлення руху, що дозволяє виявляти активність у зоні спостереження без необхідності постійного моніторингу. За допомогою таких методів, як аналіз фону та порівняння поточних кадрів з попередніми, система може автоматично реагувати на рух, що дозволяє знизити кількість помилкових спрацьовувань та оптимізувати використання ресурсу відеоархівів.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 18
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Для складніших завдань, таких як розпізнавання осіб або специфічних об'єктів на відео, можна використовувати алгоритми глибокого навчання, які також підтримуються в OpenCV. Це дає можливість застосовувати нейронні мережі для виявлення і класифікації об'єктів на зображеннях з високою точністю, що може бути корисним для автоматичного сповіщення про появу несанкціонованих осіб або руху в заборонених зонах.

Окрім цього, бібліотека OpenCV дозволяє використовувати складніші техніки для обробки зображень, такі як фільтрація, виділення контурів, корекція кольорів та інші, що робить її надзвичайно гнучким інструментом для адаптації до специфічних потреб систем відеоспостереження. Наприклад, системи можуть бути налаштовані на виявлення певних об'єктів, таких як транспортні засоби або предмети, залишені на землі.

Однією з головних переваг використання OpenCV у таких системах є його здатність працювати в реальному часі, що дозволяє приймати оперативні рішення, як-от надсилання сповіщень на мобільні пристрої або автоматичне блокування доступу при виявленні несанкціонованих осіб. Всі ці функції можуть бути інтегровані в єдину систему, яка буде працювати ефективно і надійно, з мінімальним втручанням людини.

Одним із типових алгоритмів розпізнавання руху на відео за допомогою OpenCV є процес порівняння зображень між кадрами, що дозволяє виявити зміни. Процес розпізнавання руху за допомогою OpenCV починається з визначення змінної для збереження першого кадру відео, який використовується як базовий кадр для подальших порівнянь. Кожен новий кадр перетворюється на відтінки сірого і розмивається для зменшення шуму. Після цього поточний кадр порівнюється з початковим за допомогою функції `cv2.absdiff`, яка дає різницю між двома кадрами. Застосовується поріг для виділення змін, що дозволяє точно виявляти рух.

Далі використовуються методи, такі як `cv2.findContours`, для знаходження змін на зображенні, що перевищують заданий розмір, наприклад, 500 пікселів. Ці зміни свідчать про наявність руху в кадрі. Якщо рух виявлено, активується

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 19
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

функція для надсилання сповіщення, після чого система чекає 30 секунд перед повторною перевіркою на наявність нових змін. Цей процес дозволяє вчасно реагувати на рух, що особливо корисно для систем безпеки.



Рисунок 1.9 – Процес розпізнавання рухів із відео

1.5 Висновки. Постановка задачі

На сьогодні питання охорони приватного будинку є надзвичайно актуальним. У сучасних умовах важливо мати не лише фізичний, але й інтелектуальний захист, здатний своєчасно виявляти потенційні загрози. Для вирішення цієї проблеми пропонується розробити систему відеоспостереження, яка буде заснована на платформі мікрокомп'ютера Raspberry Pi.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Розроблена система планується бути доступною альтернативою дорогим комерційним рішенням, оскільки базуватиметься на відкритому програмному та апаратному забезпеченні. Мікросервісна архітектура, яку буде закладено в її основу, дозволить ефективно розподіляти навантаження між модулями, забезпечуючи гнучкість і масштабованість. Завдяки використанню сучасних алгоритмів комп'ютерного зору, система здатна буде не лише фіксувати події, а й здатна аналізувати ситуацію в режимі реального часу. Це робить її актуальним інструментом для підвищення рівня безпеки у приватному секторі.

Таким чином для вирішення даного завдання слід виконати послідовність кроків:

- 1) проаналізувати відомі системи відеоспостереження;
- 2) здійснити визначення вимог до системи відеоспостереження;
- 3) спроектувати систему відеоспостереження, запропонувати структуру системи, визначити програмні засоби для інтелектуальної обробки відео;
- 4) здійснити вибір апаратних засобів, проаналізувати способи живлення для компонентів модуля відеоспостереження;
- 5) спроектувати монтажну схему модуля відеоспостереження;
- 6) здійснити програмну реалізацію та провести тестування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку;
- 7) провести оцінку вартості проєкту та підвести підсумки.

2 АНАЛІЗ АПАРАТНИХ РІШЕНЬ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

2.1 Основи проєктування системи відеоспостереження та встановлення вимог

Проєктування сучасної системи відеоспостереження для охорони приватного будинку базується на комплексному аналізі потреб користувача та технічних можливостей програмно-апаратного забезпечення. Для ефективної розробки такої системи необхідно детально розглянути всі складові проєкту та встановити чіткі вимоги до функціоналу.

Фундаментальним принципом проєктування систем відеоспостереження є розуміння взаємозв'язку між апаратною та програмною частинами. Правильно спроектована система повинна забезпечувати не лише візуальний контроль території, але й своєчасне сповіщення про потенційні загрози безпеці. У контексті охорони приватного будинку критично важливо встановити оптимальну кількість та розташування камер, налаштувати якість зображення та забезпечити безперебійність роботи системи.

Початковим етапом проєктування є аналіз території, яка потребує захисту. Для приватного будинку це означає визначення критичних зон контролю: вхідні двері, вікна першого поверху, підвальні приміщення, гараж та основні точки доступу на територію. Кожна з цих зон повинна контролюватися окремою камерою або групою камер, з відповідними налаштуваннями чутливості та кутами огляду.

Технічні вимоги до камер відеоспостереження визначаються з урахуванням умов експлуатації. Для зовнішніх камер необхідно враховувати погодні умови, рівень освітленості території в нічний час та можливість фізичного доступу зловмисників до обладнання. Внутрішні камери мають менш вибагливі вимоги до захисту від зовнішніх впливів, проте для них важливим

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						22
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

параметром є ненав'язливість установки та мінімальний вплив на інтер'єр приміщення.

В рамках даної кваліфікаційної роботи пропонується система відеоспостереження, що охоплюватиме внутрішні приміщення у приватному будинку. Загалом планується встановити чотири камери, які будуть розміщені у важливих зонах – біля входу, у коридорі, вітальні та дитячій кімнаті. Оскільки одним із головних критеріїв даного проєкту є бюджет, при проєктуванні системи передбачено використання мінімальної кількості фізичного обладнання за умови збереження повної функціональності. Усе програмне забезпечення працюватиме на локальному сервері, а відео з камер буде аналізуватись у реальному часі для виявлення руху та надсилання сповіщення на електронну пошту. Таким чином сформуємо перелік загальних вимог до проєктованої системи відеоспостереження:

1) покриття чотирьох зон всередині приватного будинку, шляхом залучення чотирьох камер. Кількість камер визначається з урахуванням необхідності забезпечення повного охоплення основних зон всередині будинку. Чотири камери дозволяють розмістити їх у ключових місцях: вхід, коридор, вітальня та дитяча кімната. Це дає змогу вести спостереження за всіма маршрутами пересування в будинку, не перевищуючи бюджет та не ускладнюючи систему. Така кількість є оптимальною для досягнення балансу між вартістю та рівнем безпеки;

2) можливість виконання запису із кожної окремої камери. Це дозволить фіксувати події окремо по кожному модулю відеоспостереження, що зручно для подальшого перегляду та аналізу. Запис із кожної камери забезпечить точніше відновлення послідовності подій у разі інцидентів, а також дозволить уникнути перевантаження системи зайвими даними, оскільки можна буде зберігати лише потрібну інформацію. Варто відзначити, що запис буде здійснюватись на центральному вузлі системи відеоспостереження;

3) здатність до розпізнавання руху у кадрі для кожної камери. Для цього планується застосувати алгоритм виявлення, що заснований на принципі

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						23
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

порівняння кадрів. Тобто спочатку кожне зображення проходить попередню обробку – зменшення розміру, перетворення у відтінки сірого та розмиття (з метою зменшення шуму). Після цього виконуватиметься порівняння поточного кадру з опорним (першим) для визначення змін. У разі виявлення змін, площа яких перевищує заданий поріг, система фіксуватиме рух. Це дасть змогу в реальному часі виявляти активність у приміщенні та ініціювати відповідні дії, зокрема – запис відео або надсилання сповіщення.

4) здатність забезпечувати сповіщення користувача про рух у кадрі. У разі фіксації активності система надсилатиме автоматичне повідомлення через електронну пошту. Електронна пошта обрана як засіб сповіщення через її універсальність і доступність – більшість користувачів має до неї постійний доступ як з комп'ютера, так і зі смартфона. До того ж, надсилання повідомлень електронною поштою не потребує додаткових додатків або спеціального програмного забезпечення, що спрощує реалізацію та знижує витрати. Це забезпечує швидке реагування на потенційно небезпечні ситуації всередині будинку. Функціональність сповіщення буде налаштована таким чином, щоб користувач мав змогу її активувати або вимкнути відповідно до власних потреб чи сценаріїв використання системи.

5) наявність веб-інтерфейсу. Це спростить взаємодію з системою, оскільки не потребуватиме встановлення додаткового програмного забезпечення. Інтерфейс надаватиме змогу переглядати відеопотоки з камер у реальному часі, контролювати стан запису, а також переглядати події, зафіксовані системою. Завдяки цьому керування системою буде зручним і доступним з будь-якого пристрою, підключеного до мережі.

У подальшій розробці системи відеоспостереження орієнтиром слугуватимуть сформульовані вимоги, адже саме вони визначають функціональні можливості, зручність використання та ефективність роботи всієї системи в умовах реального приватного будинку.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 24
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2.2 Структура системи відеоспостереження для охорони приватного будинку

Відповідно до поставлених вимог було спроектовано систему відеоспостереження для приватного будинку. Узагальнену структуру системи відеоспостереження для приватного будинку приведено на рис. 2.1.

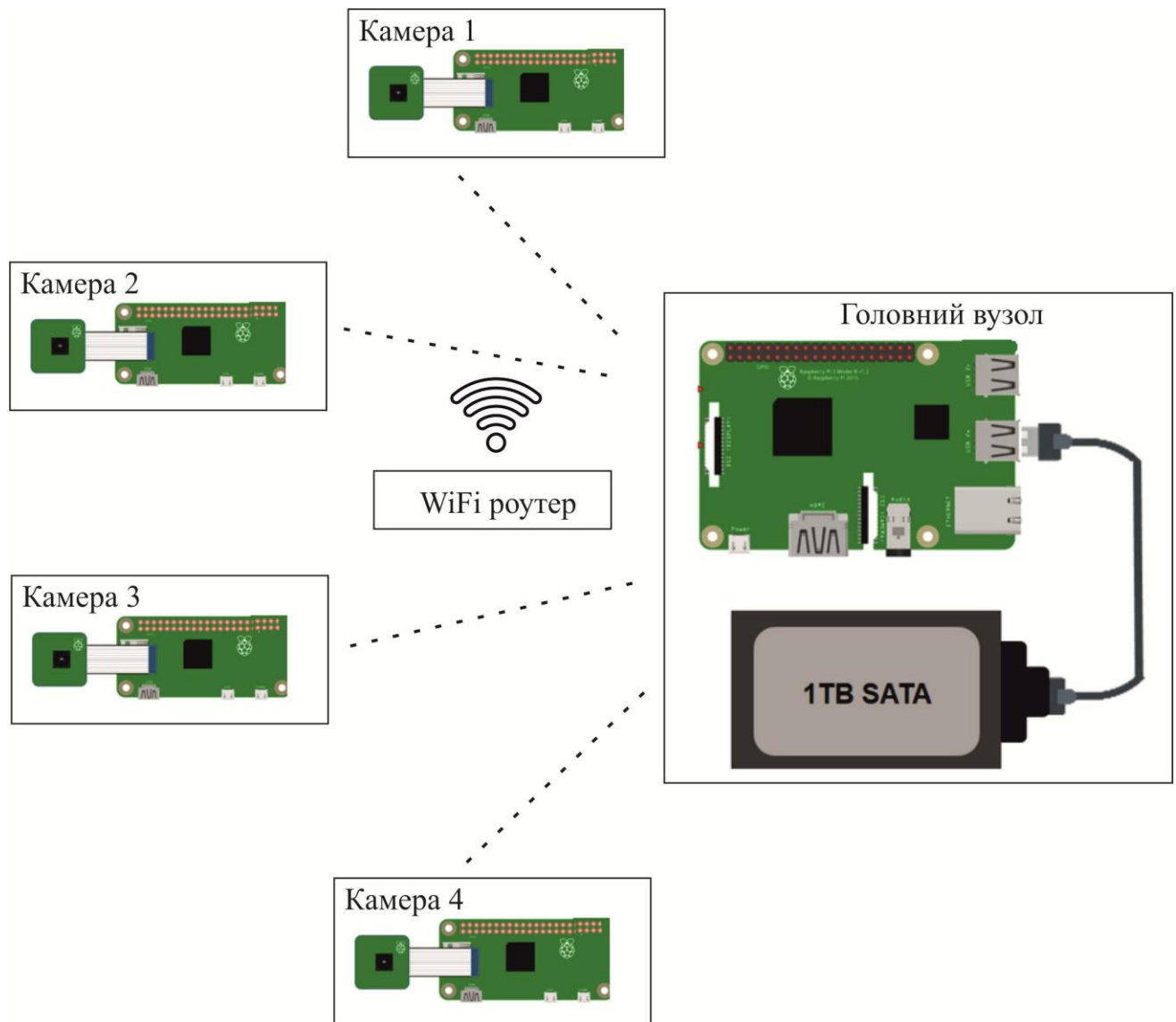


Рисунок 2.1 – Узагальнена структура системи відеоспостереження для приватного будинку

Система передбачена на використання чотирьох камер відеоспостереження. Особливістю запропонованої системи є залучення мікрокомп'ютера Raspberry Pi 4 в якості центрального вузла, а також використання OpenCV для зчитування відео

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

з камери та обробки кадрів. Система також здатна розпізнавати рух у кадрі та надсилати електронні повідомлення при його виявленні. Вона інтегрує відео та сповіщення через email для моніторингу та реагування на події.

З точки зору архітектури система відеоспостереження складається з декількох ключових компонентів, що взаємодіють між собою через WiFi мережу. Дана архітектура дозволяє гнучко розміщувати камери спостереження по всій території приватного будинку без необхідності прокладання кабелів, що є її однією із головних переваг у порівнянні із відомими комерційними аналогами.

Центральним елементом системи є головний вузол, реалізований на базі Raspberry Pi 4. Цей вузол оснащений потужнішим процесором порівняно з камерними модулями та має підключений зовнішній накопичувач SATA ємністю 1ТВ. Головний вузол виконує функції сервера відеоспостереження: отримує відеопотоки з усіх камер, обробляє їх, зберігає на жорсткий диск та забезпечує доступ до архіву та живого відео.

Периферійні пристрої представлені чотирма окремими камерами, кожна з яких побудована на базі Raspberry Pi Zero з підключеними модулями камери. Такий підхід дозволяє створити автономні вузли захоплення відео, які можуть бути розміщені в стратегічно важливих точках навколо будинку: вхід, коридор, вітальня та дитяча кімната.

Комунікація між всіма елементами системи забезпечується через WiFi роутер, який створює єдину мережу для всіх компонентів. Пунктирні лінії на схемі вказують на бездротове з'єднання між камерами та головним вузлом через цей роутер. Такий підхід значно спрощує встановлення системи, особливо в умовах вже існуючого будинку, де прокладання кабелів може бути проблематичним.

Система побудована за принципом «зірки», де всі камери передають дані на центральний вузол. Такий підхід дозволяє централізовано керувати налаштуваннями камер, зберігати відео та надавати доступ до системи через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						26
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Основною перевагою даного рішення є модульність та масштабованість – дану систему легко розширити додатковими камерами при необхідності, а використання компонентів на базі Raspberry Pi забезпечує можливість гнучкого налаштування програмного забезпечення відповідно до конкретних потреб, включаючи детекцію руху, розпізнавання об'єктів та сповіщення.

2.3 Вибір засобів живлення для компонентів модуля відеоспостереження

Вибір засобів живлення для компонентів модуля відеоспостереження є критичним етапом при проектуванні автономних систем. Оскільки ці модулі повинні працювати без постійної необхідності у підключенні до джерела живлення, вони повинні бути здатні забезпечити стабільну та тривалу роботу в умовах обмежених ресурсів. Враховуючи вимоги до автономності та безперебійності функціонування, особливо у віддалених або важкодоступних місцях, важливо ретельно підібрати відповідні джерела енергії. Це може включати використання акумуляторів, сонячних панелей чи інших альтернативних рішень, які забезпечать належну ефективність і стабільність живлення для компонентів системи відеоспостереження. Вибір відповідної технології живлення визначатиме не тільки ефективність роботи системи, а й її здатність функціонувати в умовах обмежених або нестабільних джерел енергії.

В якості основного джерела живлення для автономних модулів відеоспостереження було обрано 3.7V літієву батарею, яка забезпечує необхідну енергію для безперебійної роботи компонентів. Це джерело живлення є популярним вибором завдяки своїй компактності, високій енергетичній щільності та можливості багатократного заряджання, що робить його ідеальним для використання в умовах обмеженого простору та автономних системах. Розглянемо детальніше способи під'єднання 3.7V літієвої батареї.

Для вибору оптимальної ємності акумулятора можна скористатись методикою, що базується на розрахунках споживаної потужності пристрою. Наприклад, якщо акумулятор має ємність 1000 мАг, то він зможе забезпечити

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

роботу пристрою, який споживає 1000 мА, протягом однієї години. Якщо ж пристрій має менше споживання, наприклад, 500 мА, то цей акумулятор забезпечить його роботу протягом двох годин. Для більших ємностей, наприклад 40 000 мАг, акумулятор зможе жити пристрій з потужністю споживання 4А протягом однієї години або пристрій з потужністю 1А – до 40 годин. Однак слід враховувати, що цей розрахунок є лише наближеним, і реальний час роботи може варіюватися в залежності від конкретних умов використання. Важливо також враховувати, що для забезпечення стабільної роботи системи з акумуляторами з напругою 3,7 В для живлення Raspberry Pi необхідно використати перетворювач DC/DC, який підвищить напругу до 5 В, що є необхідним для правильного функціонування пристрою. Крім того, для безпечного заряджання акумулятора та забезпечення стабільної роботи, необхідно використовувати контролер заряду. Контролери заряду регулюють вхідний струм і напругу, що постачаються на акумулятор, запобігаючи його перезарядженню і продовжуючи термін служби літієвих акумуляторів.

Один із способів живлення Raspberry Pi за допомогою літієвого акумулятора – це використання контролера заряду TP4056. Для цього потрібно підключити контролер до літієвого акумулятора 3,7 В, а потім з'єднати вихід контролера з 5V піном та заземленням Raspberry Pi Zero. Оскільки Raspberry Pi працює на 3,3 В, 5V шина вже містить вбудований регулятор напруги, який генерує необхідну напругу з будь-якого вхідного значення між 3,3 В і 5,25 В.

Цей метод може добре підійти для короткочасного тестування системи та перевірки її працездатності. Однак для постійного використання це рішення є не зовсім придатне. Проблема полягає в тому, що фактично підключається 3,7 В до 5V піну мікрокомп'ютера. Коли рівень заряду акумулятора опуститься до 3,3 В, Raspberry Pi вимкнеться, навіть якщо акумулятор ще не повністю розряджений. Крім того, для заряджання акумулятора доведеться відключати Raspberry Pi, що вимагає використання перемикача або макетної плати.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

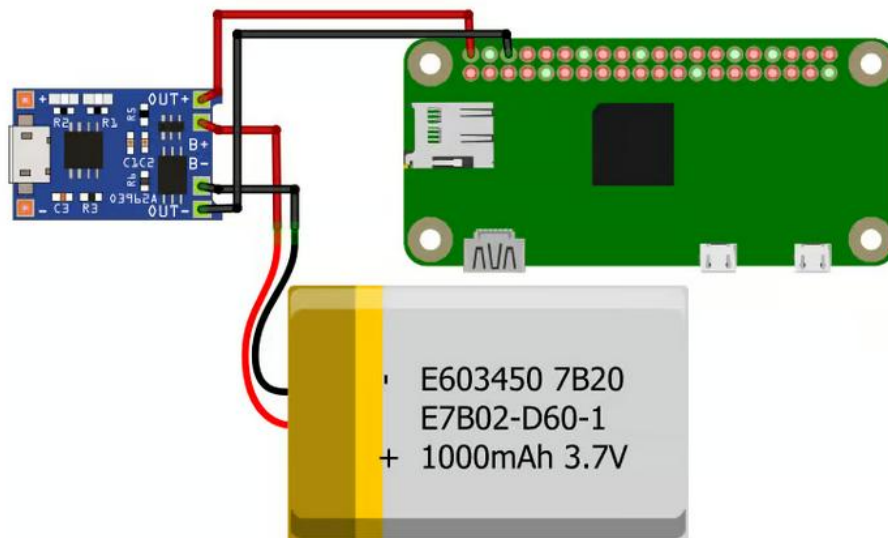


Рисунок 2.2 – Під’єднання батареї через контролер заряду

Одним із рішення попередньої проблеми є використання DC/DC перетворювача, наприклад такого як MT3608. Даний перетворювач здатний підвищувати напругу з 3,7 В до стандартних 5 В. Вихід від контролера заряду підключається до входу перетворювача, а вихід перетворювача – до 5V піну Raspberry Pi. Завдяки такій конфігурації вам не потрібно відключати акумулятори кожного разу під час заряджання завдяки вбудованій схемі перетворювачів DC/DC.

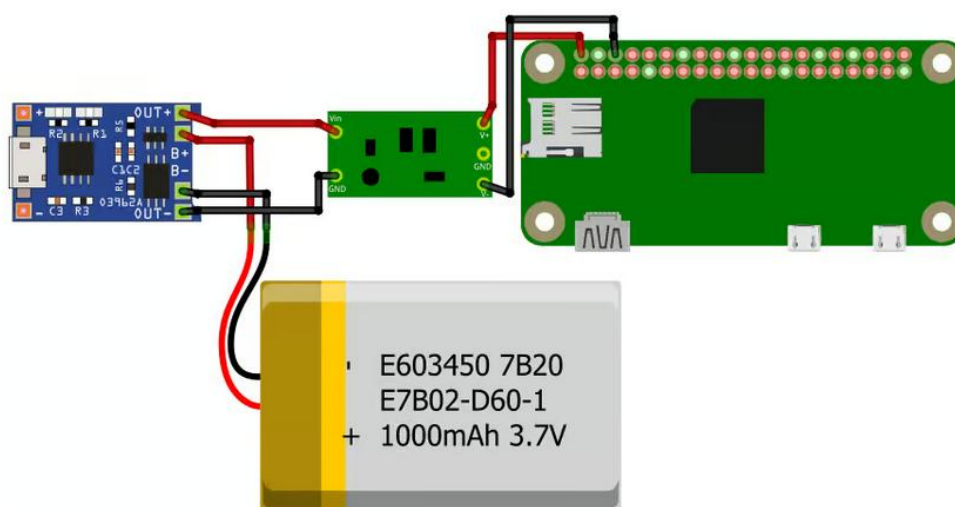


Рисунок 2.3 – Під’єднання батареї через контролер заряду та DC/DC перетворювач

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Ще одним рішенням є використання модуль зарядного пристрою від Adafruit (рис. 2.1). Саме така конфігурація й була обрана для проєктованої системи відеоспостереження, оскільки він поєднує в собі функції контролера заряду акумулятора та DC/DC перетворювача. Цей модуль дозволяє підключити літійевий акумулятор 3,7 В і отримати стабільний вихід 5 В, а також забезпечує регульовану зарядку через USB. Як наслідок використання цього модуля дозволить уникнути необхідності в окремих компонентах.

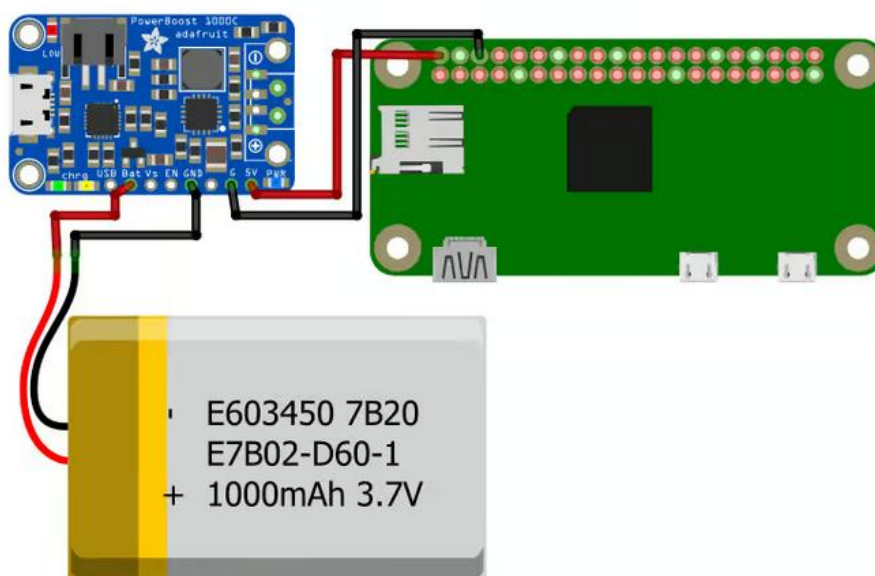


Рисунок 2.4 – Живлення Raspberry Pi Zero від модуль зарядного пристрою Adafruit

2.4 Аналіз апаратних рішень

Відповідно до представленої структури системи відеоспостереження для охорони приватного будинку та виконуваних нею функцій наступним етапом є аналіз апаратних рішень, з яких буде складатись дана система.

Центральним елементом пропонованої системи є мікрокомп'ютер, який виступатиме сервером для всієї системи. Для даної системи було обрано Raspberry Pi 4 Model B (рис. 2.5).

Raspberry Pi 4 Model B – це потужний одноплатний мікрокомп'ютер, який поєднує у собі компактність, низьке енергоспоживання та вражаючі

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 30
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

обчислювальні можливості. У межах проєктування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку саме ця модель була обрана як центральний вузол системи, оскільки вона забезпечує достатній рівень продуктивності для одночасної обробки декількох відеопотоків, виконання алгоритмів комп'ютерного зору та координації взаємодії між мікросервісами.

Однією з ключових переваг Raspberry Pi 4 є наявність чотириядерного процесора ARM Cortex-A72 з тактовою частотою 1.5 ГГц, що значно перевищує можливості попередніх моделей, зокрема Raspberry Pi 3 або Zero W. Це дозволяє ефективно обробляти відеодані у реальному часі, зберігаючи при цьому стабільність системи навіть під навантаженням. Крім того, ця модель підтримує обсяг оперативної пам'яті до 8 ГБ, що є надзвичайно важливим при роботі з багатопотоковими додатками та мережею взаємопов'язаних модулів.

Raspberry Pi 4 також має розширені можливості підключення – два порти USB 3.0, два micro-HDMI, порт Ethernet та підтримку двох діапазонів Wi-Fi. Таке різноманіття інтерфейсів дозволяє інтегрувати пристрій у локальну мережу, підключати високошвидкісні накопичувачі або дисплеї для локального моніторингу, що критично для реалізації функцій центрального керування у системі відеоспостереження.

Порівнюючи з альтернативними мікрокомп'ютерами, наприклад, Orange Pi, Banana Pi чи NVIDIA Jetson Nano, варто зазначити, що Raspberry Pi 4 має більшу популярність, широкую спільноту підтримки, надійну документацію та стабільне програмне забезпечення. Jetson Nano, хоча й перевершує Raspberry Pi у сфері глибокого навчання, значно дорожчий та енергозатратніший, що не завжди виправдано у побутових умовах. Banana Pi та Orange Pi, своєю чергою, поступаються Raspberry у стабільності та екосистемі.

Саме тому Raspberry Pi 4 виявився оптимальним вибором для реалізації центрального вузла системи: він забезпечує баланс між продуктивністю, енергоспоживанням, ціною та доступністю, дозволяючи зосередити ресурси на функціональності програмного забезпечення, не витрачаючи їх на складну інтеграцію апаратного забезпечення. Його використання дає змогу масштабувати

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

систему у майбутньому, додаючи нові модулі чи розширюючи функції без необхідності повної перебудови інфраструктури.



Рисунок 2.5 – Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4

Для керування модулів відеоспостереження було обрано Raspberry Pi Zero W. Raspberry Pi Zero W є мініатюрним і надзвичайно енергоефективним мікрокомп'ютером, який ідеально підходить для ролі периферійного модуля у системах відеоспостереження, особливо в умовах обмеженого простору або коли важливо зменшити загальне енергоспоживання системи (рис. 2.1). У проєктованій системі відеоспостереження для охорони приватного будинку саме ця модель використовується як автономний клієнтський вузол для захоплення відео, базової обробки та виявлення руху в окремому приміщенні.

Попри свої не великі габарити, Raspberry Pi Zero W має вбудований Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяє йому без додаткових модулів здійснювати бездротову комунікацію із центральним сервером, зокрема Raspberry Pi 4. Це суттєво спрощує монтаж та розгортання системи, оскільки виключає потребу у прокладанні мережевих кабелів. Його процесор Broadcom BCM2835 із тактовою частотою 1 ГГц та 512 МБ оперативної пам'яті є достатніми для базових обчислень, таких як обробка відеопотоку з однієї камери або виконання простих алгоритмів на зразок виявлення руху через порівняння кадрів.

Головна перевага Raspberry Pi Zero W у цьому контексті – це його економічність, як у фінансовому, так і в енергетичному сенсі. Він коштує в рази

дешевше за повноцінні одноплатні комп'ютери, що дозволяє реалізувати розподілену систему з декількома незалежними модулями без істотного перевищення бюджету. Його енергоспоживання настільки низьке, що він може працювати навіть від акумуляторів або сонячних панелей у віддалених умовах. Завдяки цьому система легко масштабується: кожен додатковий модуль може бути встановлений у новому приміщенні без складних підключень або додаткового налаштування інфраструктури.

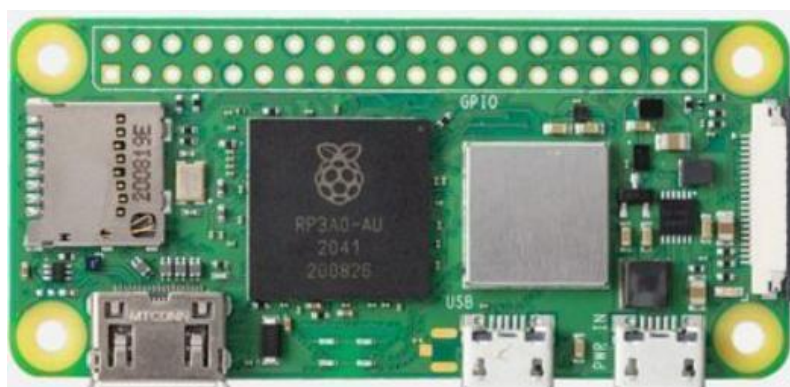


Рисунок 2.6 – Raspberry Pi Zero W

Порівняно з іншими міні-комп'ютерами, такими як ESP32-CAM або Arduino з додатковими модулями, Raspberry Pi Zero W забезпечує кращу підтримку Linux, що розширює можливості розробки, налагодження, логування та оновлення програмного забезпечення. Крім того, підтримка популярних бібліотек Python, таких як OpenCV і NumPy, дозволяє реалізовувати обробку зображень безпосередньо на пристрої, що зменшує навантаження на центральний вузол.

Ще одним важливим компонентом є камери відеоспостереження. Для даної системи було обрано камери від Raspberry Pi, яка розроблена для повної сумісності з одноплатними комп'ютерами Raspberry Pi, зокрема моделями Zero W та 4 (рис. 2.7). Її використання у системі відеоспостереження забезпечує надійне захоплення відеопотоку з достатньою якістю для завдань моніторингу, виявлення руху та базової обробки зображення. Камера підключається до Raspberry Pi через інтерфейс CSI (Camera Serial Interface), що дозволяє передавати відеодані напряму в процесор без перевантаження USB-портів або мережі.

Однією з головних переваг цієї камери є висока оптимізованість під апаратну платформу Raspberry Pi. Завдяки драйверам та підтримці на рівні операційної системи, камера може використовуватись практично «з коробки» без складного налаштування. Це значно полегшує інтеграцію її у мікросервісну архітектуру: модулі на базі Raspberry Pi Zero W можуть швидко ініціалізувати зйомку, передавати кадри у систему, виконувати обробку в реальному часі або зберігати локальні архіви.

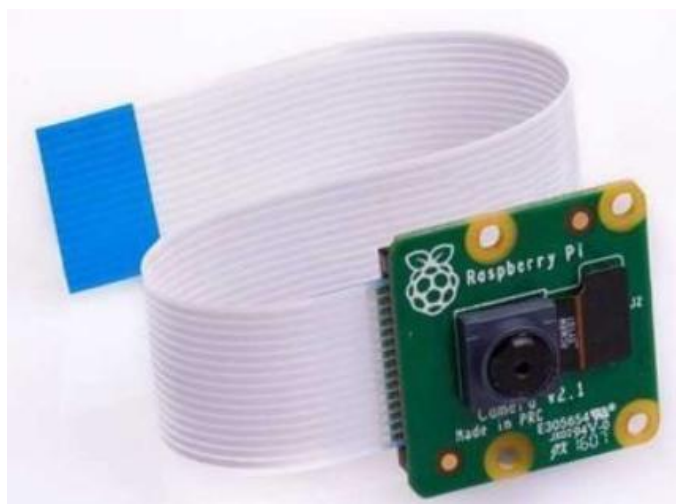


Рисунок 2.7 – Модуль камери Raspberry Pi

Камера підтримує різні режими роботи – від запису фото до потокової трансляції відео, включно з можливістю зміни роздільної здатності та частоти кадрів. Це дозволяє налаштувати її під потреби конкретного приміщення, наприклад, встановити високу чіткість у зонах, де важливо розпізнати обличчя або рух, і знизити якість там, де пріоритет – економія пропускнуої здатності мережі.

Порівняно з альтернативами, такими як USB-камери або модулі ESP32-CAM, офіційна камера для Raspberry Pi забезпечує стабільнішу роботу, менше затримок у відео та ширші можливості налаштувань. Вона також фізично компактна, що дозволяє вмонтувати її у невеликі корпуси або непомітно встановити в інтер'єрі, зберігаючи естетику приміщення.

Не менш важливим компонентом прожктованої системи є акумулятор, що дозволяє виконати живлення модулів відеоспостереження. В рамках даного прожкту було обрано літій-іонний полімерний акумулятор типу Li-Pol 503450, що є надійним джерелом живлення для портативних електронних пристроїв, включаючи мікрокомп'ютери Raspberry Pi Zero W, які використовуються в якості окремих модулів у системі відеоспостереження (рис. 2.8). Модель 503450 має ємність 1000 mAh, номінальну напругу 3.7V і енергетичну місткість 3.7 Wh, що забезпечує тривалу автономну роботу при невисокому енергоспоживанні, характерному для компактних мікрокомп'ютерів.

Цей акумулятор було обрано для використання у системі відеоспостереження через поєднання компактності, невеликої ваги та достатньої ємності для підтримки стабільної роботи відеомодуля протягом кількох годин без підключення до стаціонарного джерела живлення. Акумулятор легко вбудовується у корпус із камерою та Raspberry Pi Zero W, дозволяючи створити повністю мобільний відеомодуль, що може бути розміщений у будь-якому приміщенні без прокладання додаткових кабелів.

Перевагою цього типу акумуляторів також є низький рівень саморозряду та хороша циклічна стабільність – він витримує десятки сотень циклів заряджання без значної втрати ємності. Його використання забезпечує незалежність роботи модуля у випадках перебоїв із живленням або у разі бажання забезпечити приховане встановлення. Це особливо актуально у системах охоронного відеоспостереження, де відсутність зовнішнього живлення може бути критичним фактором.

На відміну від традиційних джерел живлення, таких як батарейки або мережеві адаптери, Li-Pol акумулятори підтримують стабільну напругу протягом усього часу розряджання, що забезпечує стабільність роботи камери та самого мікрокомп'ютера. У системі, де важливо уникати різких перезапусків або втрати даних, ця властивість відіграє ключову роль.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						35
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.8 – Акумулятор літій-іонний полімерний Li-Po1 503450 1000 mAh 3.7V
3.7Wh

У складі системи відеоспостереження також використовується модуль зарядного пристрою від Adafruit, що забезпечує стабільне та безпечне живлення для периферійних пристроїв (рис. 2.9).

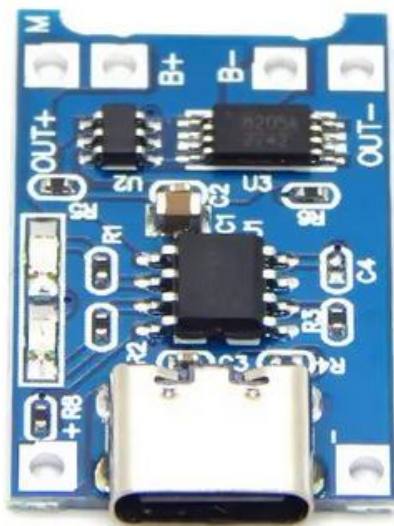


Рисунок 2.9 – Модуль зарядного пристрою від Adafruit

Цей модуль інтегрується з літій-полімерним акумулятором і дозволяє ефективно заряджати його через microUSB або зовнішнє джерело постійного струму. Завдяки вбудованому контролеру заряду, пристрій автоматично керує

процесом зарядки, запобігаючи перенапрузі, перегріву чи надмірному розряду акумулятора. Такий підхід дозволяє забезпечити автономну роботу відеомодулів на базі Raspberry Pi Zero W, що критично важливо у випадку збоїв електропостачання. Вибір саме модуля від Adafruit обумовлений його надійністю, сумісністю з більшістю акумуляторів та простотою інтеграції у компактні пристрої, що робить його оптимальним рішенням для мобільних або енергонезалежних елементів системи відеоспостереження.

2.5 Висновки

В результаті було спроектовано систему відеоспостереження для охорони приватного будинку. Спроектвану систему передбачено для монтажу у чотирьох приміщеннях – біля входу, у коридорі, вітальні та дитячій. Структурно система побудована за мікросервісною архітектурою, де кожен відеомодуль на основі Raspberry Pi Zero W з камерою виконує автономний відеомоніторинг окремого приміщення. Усі модулі підключаються до центрального вузла на базі Raspberry Pi 4, який виконує функції обробки, зберігання та аналізу відеоданих, а також забезпечує інтерфейс для користувача через веб-додаток. Комунікація між компонентами реалізована через локальну мережу, що забезпечує гнучкість, масштабованість і стабільність системи. Спроектвана система відеоспостереження адаптована до виконання наступних функцій: можливість виконання запису із кожної окремої камери, здатність до розпізнавання руху у кадрі для кожної камери, а також здатність забезпечувати сповіщення користувача про рух у кадрі.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

3.1 Тестування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку

Після проєктування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку важливим етапом є перевірка її функціонування, що дозволить здійснити відповідність виконуваних реальних функцій із поставленими вимогами. Однією із вимог до проєктованої системи відеоспостереження було реалізація функції відеоспостереження для декілької приміщень у будинку (загалом система спроектована для чотирьох приміщень). Проте з огляду на відсутність множини камер відеоспостереження було реалізовано симуляційну модель системи відеоспостереження, яка була максимально наближена до запропонованої структури у розділі 2.

Програмна частина системи побудована на основі мікросервісної архітектури з використанням мови програмування Python та набору спеціалізованих бібліотек для обробки відео, комп'ютерного зору та мережевої взаємодії.

Основними компонентами програмного забезпечення є:

1) модуль захоплення та попередньої обробки відеопотоку на периферійних пристроях. Цей модуль реалізований з використанням бібліотеки OpenCV (cv2), яка забезпечує інтерфейс для взаємодії з камерою та надає функції для базової обробки зображень;

2) модуль виявлення руху, який реалізує алгоритм порівняння послідовних кадрів для ідентифікації змін у полі зору камери. У даній системі використовується метод віднімання фону (background subtraction) з подальшим аналізом контурів за допомогою функцій OpenCV. Цей метод забезпечує ефективно виявлення руху при мінімальному використанні обчислювальних ресурсів;

3) веб-сервер на базі фреймворку Flask, який забезпечує інтерфейс користувача для моніторингу системи та відображення відеопотоків. Flask вибраний як легковагий веб-фреймворк, що дозволяє створити інтуїтивно зрозумілий і функціональний веб-інтерфейс з мінімальними витратами ресурсів;

4) система сповіщень, що відповідає за генерацію та відправку повідомлень при виявленні потенційних загроз. У даній реалізації симуляційній моделі було використано стандартну бібліотеку Python для роботи з електронною поштою (smtplib), яка дозволяє надсилати сповіщення на визначену електронну адресу;

5) підсистема управління відеопотоками, яка здійснює розподіл відеоданих між різними компонентами системи та їх синхронізацію. У симуляційній моделі ця підсистема реалізована за допомогою механізму черг (queue) Python, що дозволяє ефективно управляти доступом до спільних ресурсів у багатопотоковому середовищі.

На рис. 3.1 наведено структуру симуляційної моделі системи відеоспостереження для охорони приватного будинку.

У цій системі відеоспостереження використовується мікросервісна архітектура, що проявляється через розподіл функціональності між окремими частинами системи.

Наприклад, кожен клієнтський компонент, що представде собою мікрокомп'ютер Raspberry Pi Zero W, з підключеною камерою працює як окремий мікросервіс. Він самостійно виконує захоплення відео, обробку зображення та виявлення руху у своїй зоні, і при цьому не залежить від інших компонентів.

Усі ці модулі працюють автономно та взаємодіють із центральним вузлом, яким виступає більш потужний мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 – центральний вузол.

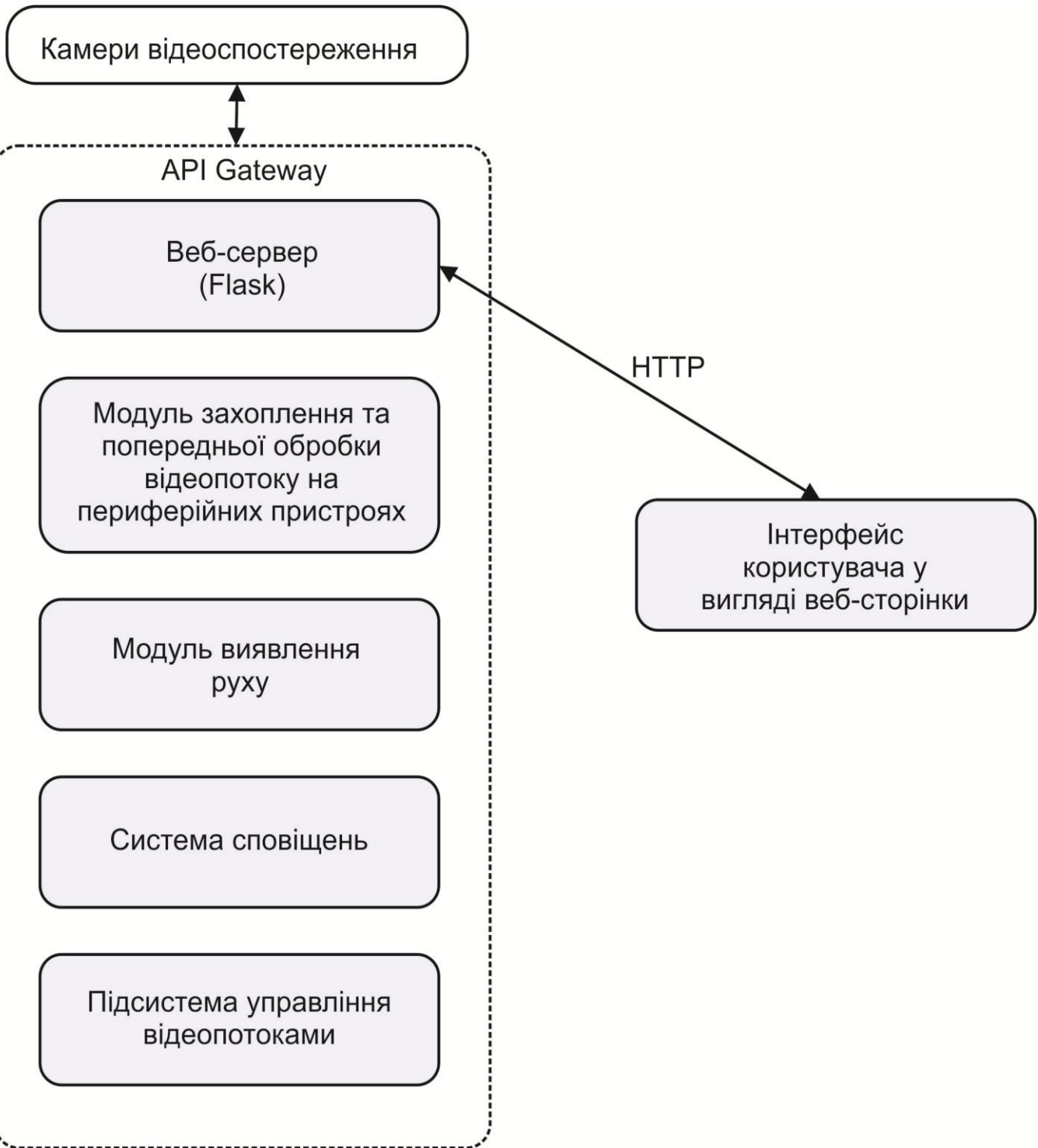


Рисунок 3.1 – Структура симуляційної моделі системи відеоспостереження для охорони приватного будинку

Також слід додати, що пропонована реалізації симуляційної моделі системи відеоспостереження розділена на окремі незалежні процеси. Один відповідає за захоплення відео, інший за виявлення руху, ще інші – за обробку

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

HTTP-запитів до веб-сервера. Кожен із них має свою окрему функцію і передає інформацію іншим через чітко визначені інтерфейси, зокрем через чергу кадрів.

Ще однією важливою особливістю програмної реалізації симуляційної моделі є те, що компоненти системи слабо пов'язані між собою. Це означає, що одна частина може працювати або змінюватися незалежно від іншої. Наприклад, модуль виявлення руху лише виявляє подію, а модуль сповіщень реагує на неї, не потребуючи прямої взаємодії. Використання такого підходу дозволяє досить легко змінювати або оновлювати окремі частини системи без необхідності переробляти всю архітектуру.

Крім того, така структура дозволяє масштабувати систему – можна додавати нові камери або змінювати логіку відправки сповіщень незалежно від інших частин. Центральний Flask-сервер виступає в ролі єдиної точки доступу, через яку користувачі отримують доступ до відеопотоків та іншого функціоналу, тобто виконує функцію API Gateway.

У контексті симуляційної моделі вся система відеоспостереження емулюється на одному фізичному пристрої з використанням багатопотокового програмування для моделювання паралельної роботи різних компонентів системи. Центральним елементом моделі є клас Flask, який створює веб-сервер для відображення інтерфейсу користувача та взаємодії з системою.

Ключовою особливістю реалізації є використання черги кадрів (`frame_queue`), яка виступає як буфер між потоком захоплення відео і потоками, що відповідають за обробку та відображення відеоданих. Такий підхід дозволяє ефективно розподіляти навантаження та уникати конфліктів при одночасному доступі до ресурсів камери.

Процес захоплення кадрів реалізований у функції `capture_frames()`, яка виконується в окремому потоці (`threading.Thread`) і відповідає за читання кадрів з камери та їх додавання до черги. Для роботи з камерою використовується об'єкт `VideoCapture` з бібліотеки `OpenCV`, налаштований для роботи з драйвером `DirectShow` (`CAP_DSHOW`) для забезпечення максимальної сумісності в середовищі `Windows`. Блок-схему функції захоплення кадрів подано на рис. 3.2.

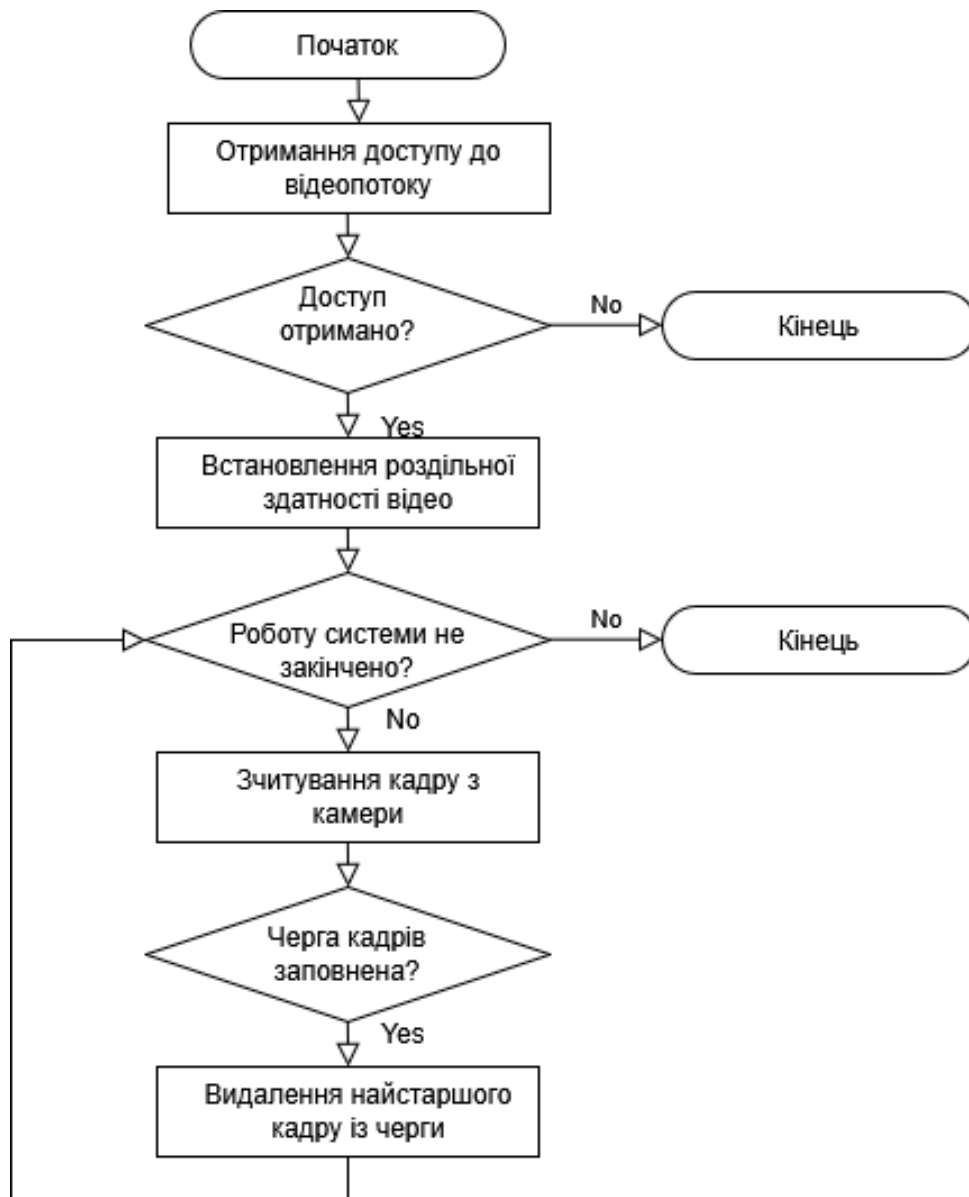


Рисунок 3.2 – Блок-схема функції захоплення кадрів

Виявлення руху реалізовано в функції `motion_detection()`, яка також виконується в окремому потоці. Алгоритм виявлення руху базується на порівнянні поточного кадру з опорним (першим) кадром. Спочатку поточний кадр перетворюється у відтінки сірого та розмивається за допомогою фільтра Гаусса для зменшення шуму. Потім обчислюється абсолютна різниця між опорним та поточним кадрами, отримане зображення порогово бінаризується, і застосовується операція дилатації для об'єднання сусідніх білих пікселів. Після цього здійснюється пошук контурів на бінарному зображенні, і якщо площа будь-якого контуру перевищує задане порогове значення (500 пікселів), фіксується

подія виявлення руху. Для запобігання множинним спрацьовуванням системи за короткий проміжок часу, встановлено часовий інтервал між послідовними сповіщеннями (30 секунд). Блок-схема функції виявлення руху подано на рис. 3.3.

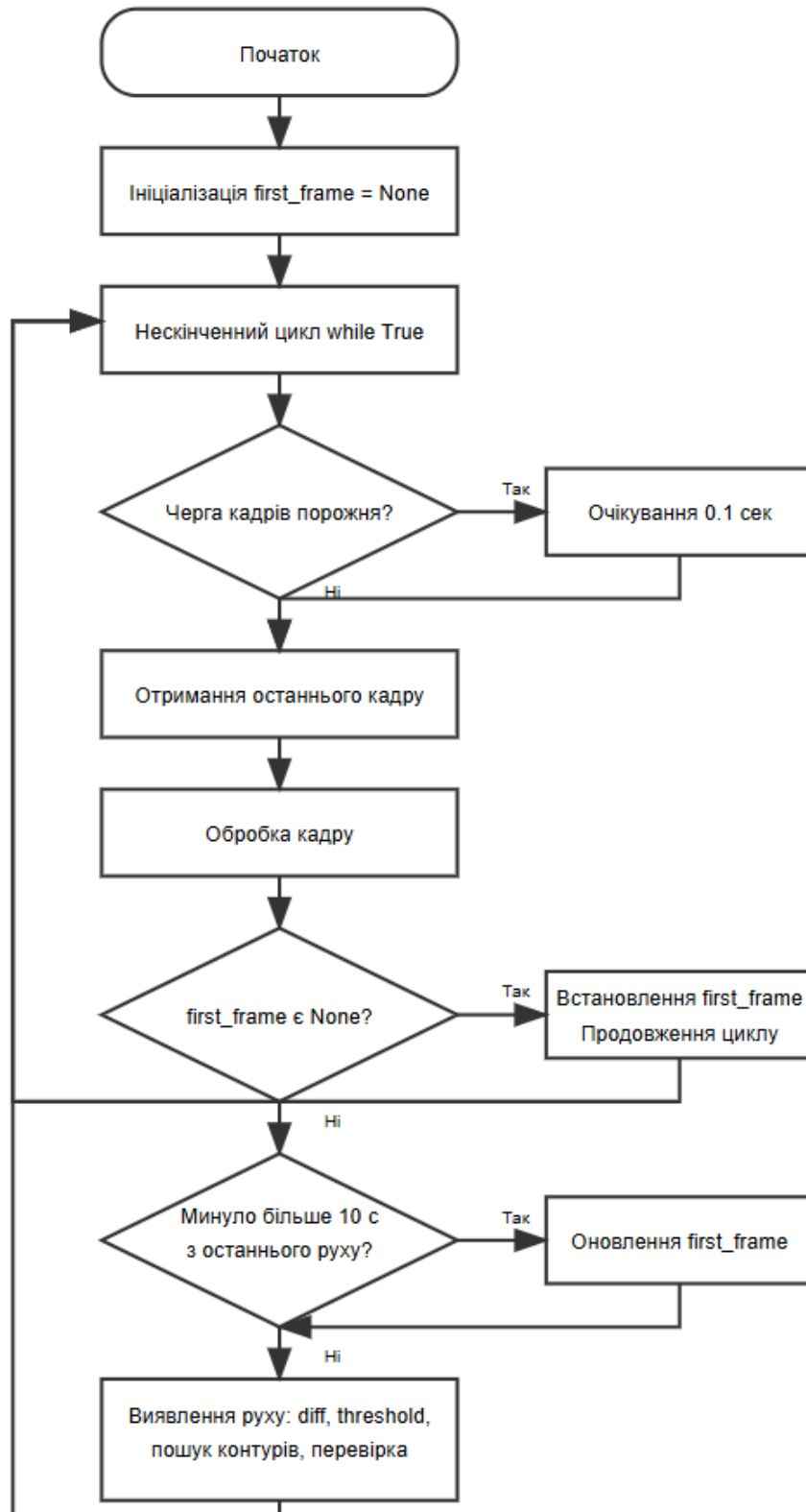


Рисунок 3.3 – Блок-схема функції виявлення руху

Генерація відеопотоку для веб-інтерфейсу реалізована у функції generate(cam_id).

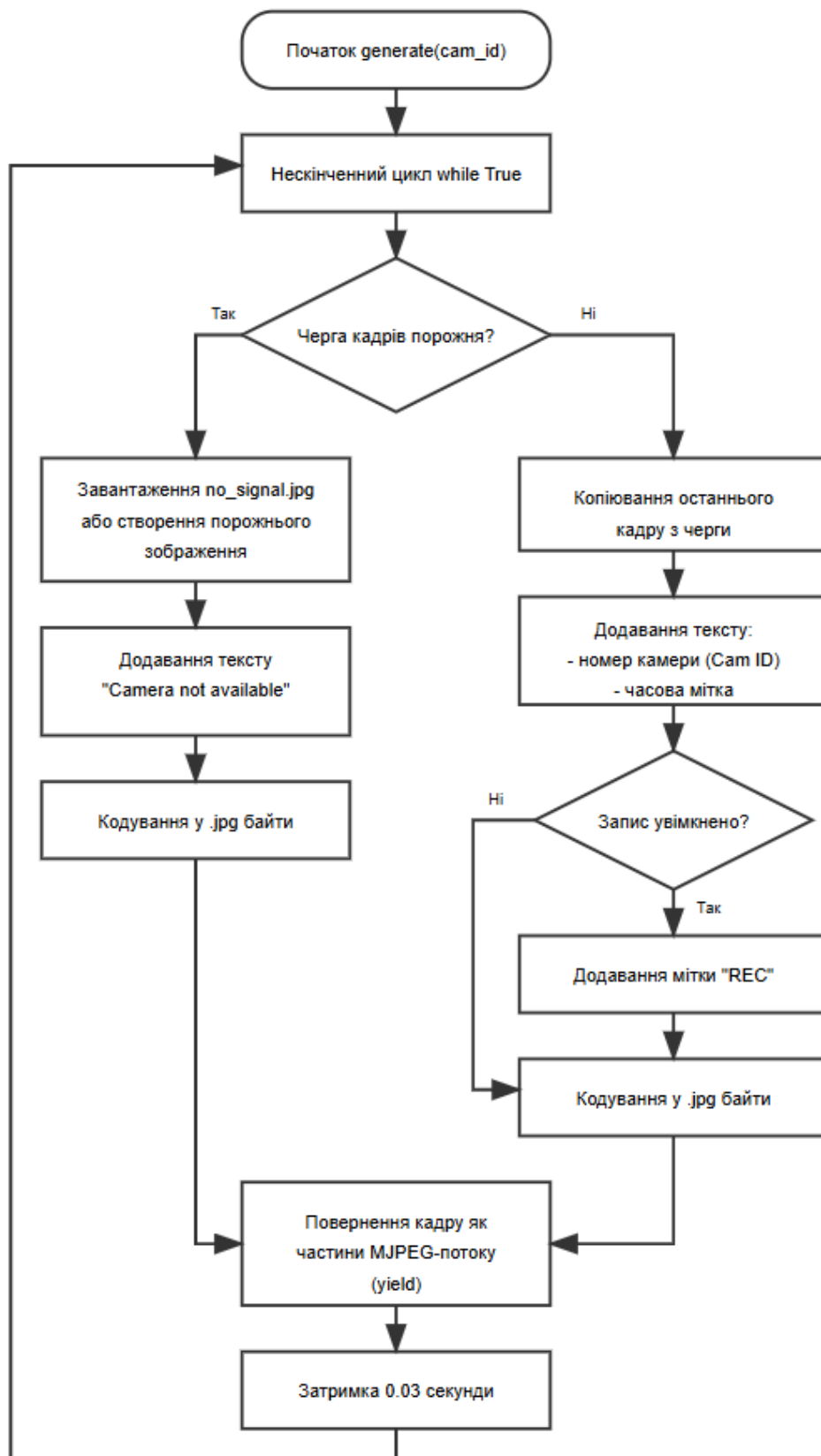


Рисунок 3.4 – Блок-схема функції генерація відеопотоку для веб-інтерфейсу

Дана функція отримує останній доступний кадр з черги, додає до нього візуальну інформацію (наприклад, номер камери) і кодує його у формат JPEG для передачі через протокол HTTP. Дана функція використовує механізм генераторів Python для потокової передачі даних, що дозволило тим самим реалізувати використання пам'яті навіть при обробці великих обсягів відеоданих.

У випадку, якщо було виявлено рух на будь-якій із камер здійснюється виклик функції `send_email_notification`. Дана функція відповідає за надсилання електронного листа з попередженням, наприклад, у випадку виявлення руху на камері (рис. 3.5). Вона реалізована за допомогою стандартної бібліотеки Python `smtplib`, яка дозволяє надсилати листи через SMTP-протокол. На початку роботи функції задаються параметри з'єднання такі як: порт 587 для безпечного з'єднання з сервером SMTP від Gmail (`smtp.gmail.com`), значення полів FROM і TO, де вказується електронна адреса відправника та одержувача – у цьому випадку вона однакова. Далі створюється SMTP-клієнт, ініціалізується шифрування з'єднання за допомогою `starttls()` для безпечної передачі даних. Після цього виконується вхід на поштовий сервер з використанням вказаного логіна і пароля. Варто відзначити, що для реалізації даної функції також було створено пароль для пристрою в обліковому записі google. В результаті було згенеровано 16-значний пароль, який і був використаний для відправлення листа.

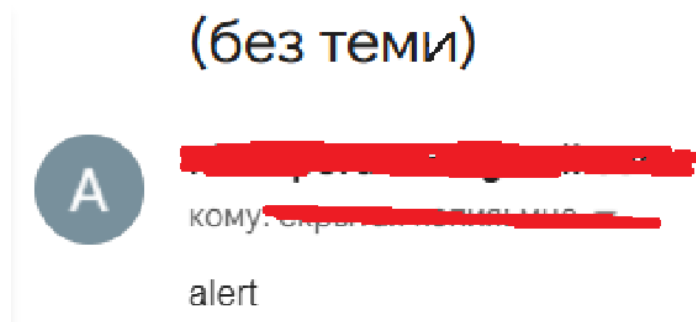


Рисунок 3.5 – Вхідне повідомлення, що надійшло на електронну скриньку

В контексті реалізованого веб-сервера для симуляційної моделі системи відеоспостереження було створено декілька маршрутів, що дозволяють

забезпечити взаємодію користувача з веб-інтерфейсом системи відеоспостереження та керування її функціональністю.

Перший маршрут є `/toggle_recording/<int:cam_id>`, який відповідає за вмикання або вимикання запису відео для конкретної камери. Коли надходить POST-запит за цим маршрутом, система змінює стан запису: якщо запис був вимкнений – він вмикається, і навпаки. У випадку запуску запису фіксується час початку, а при зупинці обчислюється тривалість сеансу запису. Результатом обробки запиту є JSON-відповідь із підтвердженням успіху операції та поточним станом запису.

Маршрут `/` обробляє запит до головної сторінки веб-інтерфейсу. Він завантажує HTML-шаблон (`index.html`), до якого передається змінна `recording` для відображення статусу запису кожної камери на сторінці.

Маршрут `/video_feed/<int:cam_id>` відповідає за передачу відеопотоку з вибраної камери. Він використовує механізм потокової передачі мультимедійних даних за допомогою MIME-типу `multipart/x-mixed-replace`, який дозволяє постійно оновлювати зображення в браузері користувача в реальному часі. Для генерації потоку використовується окрема функція `generate(cam_id)`, яка формує кадри з камери.

У веб-сервері за допомогою модуля `threading` створюються два окремих потоки. Перший запускає функцію захоплення кадрів `capture_frames`, яка відповідає за захоплення відеокadrів з камери та додавання їх до черги для подальшої обробки. Другий потік виконує функцію `motion_detection`, що постійно перевіряє наявність руху у відеопотоці.

Обидва потоки запущено з параметром `daemon=True`, що визначає їх як фонові, і які автоматично завершуються при завершенні головного процесу.

Після запуску потоків ініціалізується Flask-додаток за допомогою `app.run()`. Сервер запускається на всіх доступних інтерфейсах (`host='0.0.0.0'`) на порту 5000.

Запуск симуляційної моделі здійснювався із командного рядку (рис. 3.6).

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 46
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

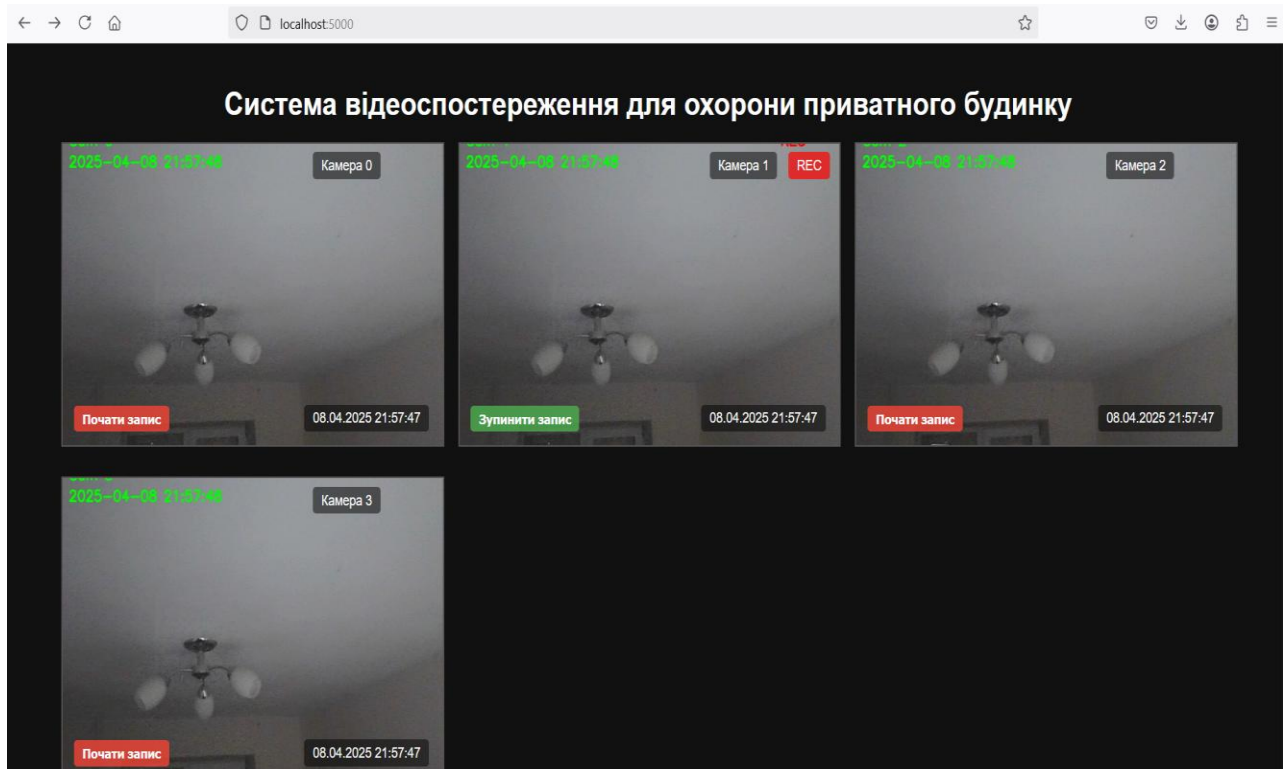


Рисунок 3.8 – Інтерфейсне вікно веб-сторінки системи відеоспостереження (процес запису відео для камери 1)

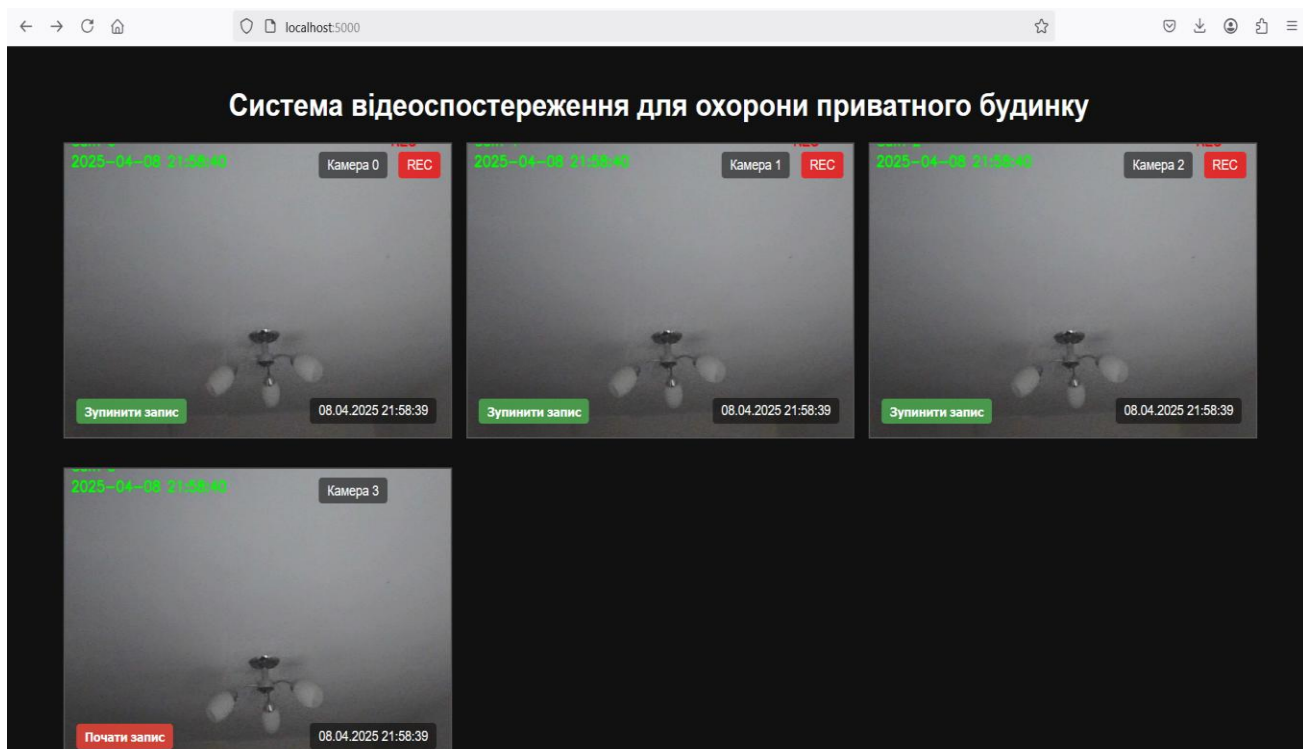


Рисунок 3.9 – Інтерфейсне вікно веб-сторінки системи відеоспостереження (процес запису відео для камер 0, 1 та 2)

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ

Арк.
48

3.2 Монтажна схема проєктованого модуля відеоспостереження

Як зазначалось вище, проєктована сисетми відеоспостереження для приватнго будинку складається з двох головних частин – центрального вузла та модулів відеоспостереження. Модулі відеоспостереження функціонують як портативні пристрої, які забезпечують виконання основної функції всієї системи – захоплення відео.

Центральним вузлом модуля відеоспостереження є мікрокомп'ютер Raspberry Pi Zero.

До мікрокомп'юетра під'єднано камеру, LCD монітор та перемикач, який використовується для увімкнення або вимкнення всього модуля відеоспостереження.

В якості камери було обрано портативну TTL UART NTSC відеокамеру від Adafruit. Відеокамера підключена до мікрокомп'ютера через послідовний інтерфейс. Вона має два основні піні для зв'язку: RX (прийом) і TX (передача). TX камери підключений до піну GPIO14 (TX) на Raspberry Pi, що дозволяє камері відправляти дані (відеосигнал) до мікрокомп'ютера, тоді як RX камери підключений до піну GPIO15 (RX) на Raspberry Pi, що дозволяє мікрокомп'ютеру отримувати команди або налаштування від камери. Крім того, камера підключена до загального GND, щоб забезпечити стабільність електричних сигналів. Живлення відеокамери здійснюється від 5 В мікрокомп'ютера.

З метою виведення діагностичної інформації у модуль відеоспостереження додано LCD монітор. Даний монітор підключений до мікрокомп'ютера через інтерфейс I2C, що дозволяє зручно передавати дані між пристроями за допомогою лише двох проводів для даних (SDA та SCL) та загального з'єднання GND. SDA (Serial Data Line) пін LCD монітора підключений до піну GPIO2 (SDA) на Raspberry Pi. SCL (Serial Clock Line) пін LCD монітора підключений до піну GPIO3 (SCL) на Raspberry Pi. VCC (живлення) монітора підключений до піну 3.3V на Raspberry Pi, що забезпечує необхідну напругу для роботи монітора. Тоді як GND (земля) монітора підключена до загального GND Raspberry Pi.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 49
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Головним компонентом через який здійснюється живлення як мікрокомп'ютера Raspberry Pi так і всього пристрою на його основі є Adafruit PowerBoost 1000C. Adafruit PowerBoost 1000C був обраний для цієї схеми через його здатність підвищувати напругу з 3.7V LiPo акумулятора до 5V, що є необхідним для живлення Raspberry Pi Zero та інших компонентів. Цей модуль також має вбудовану функцію зарядки, що дозволяє зручно заряджати акумулятор без необхідності відключати його від схеми. Крім того, PowerBoost 1000C забезпечує стабільне живлення, що важливо для надійної роботи всіх підключених пристроїв.

Монтажна схема модуля відеоспостереження подана на рис. 3.10.

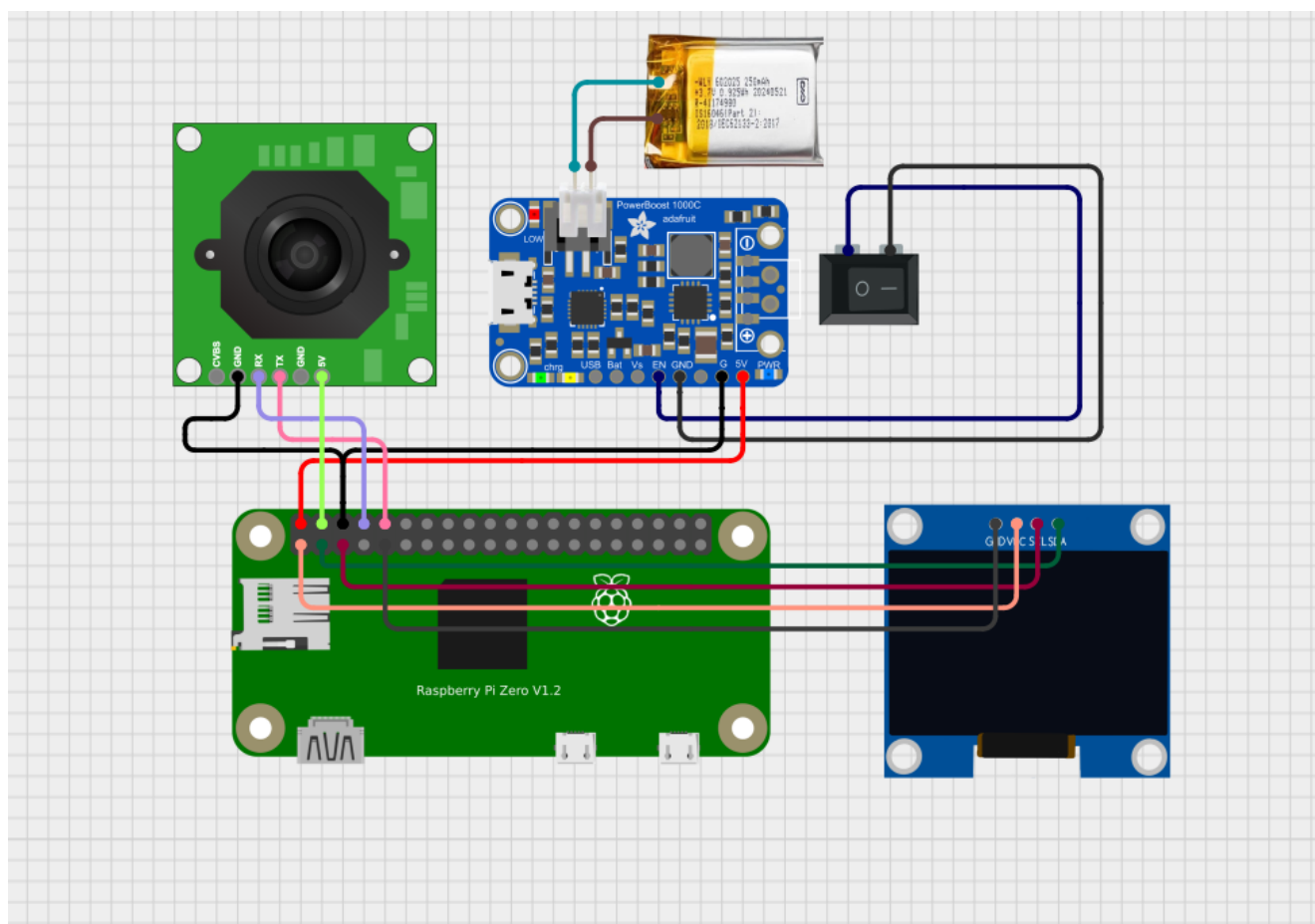


Рисунок 3.10 – Монтажна схема модуля відеоспостереження

Такий підхід дозволив створити досить компактну та бюджетну систему відеоспостереження, адаптовану до умов приватного будинку. Кожен модуль є незалежним вузлом, який можна гнучко розташувати в потрібній зоні

приміщення. Завдяки цьому досягається як ефективне відеопокриття, так і можливість масштабування або обслуговування окремих частин системи без втручання в загальну інфраструктуру.

3.3 Налаштування головного вузла для системи відеоспостереження

Для забезпечення зберігання відеозаписів у спроектованій системі відеоспостереження, до головного вузла на базі Raspberry Pi планується підключення SSD-накопичувача через порт USB 3.0. Це дозволить значно підвищити швидкість передачі даних порівняно з використанням карт пам'яті SD. SSD-накопичувач буде підключено за допомогою адаптера USB-to-SSD, що забезпечить сумісність між інтерфейсами пристроїв.

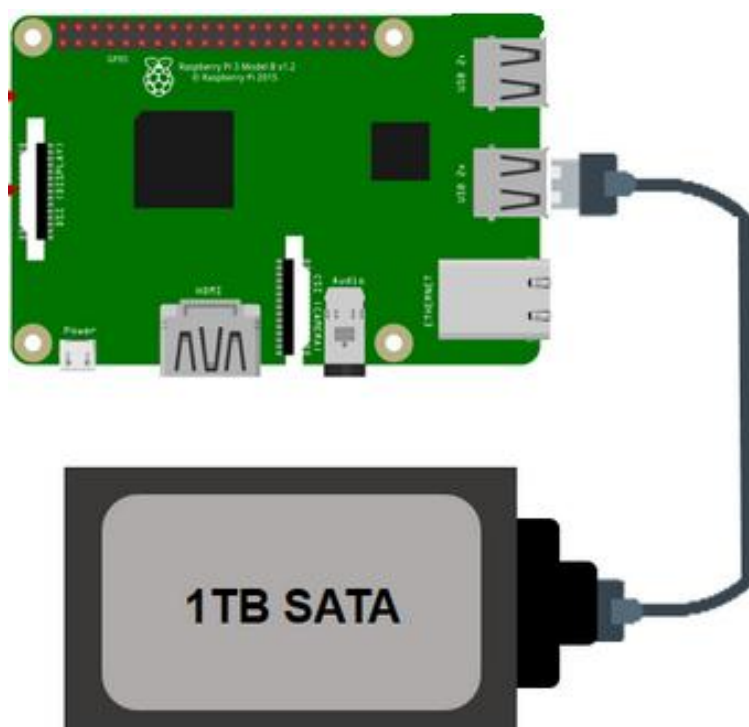


Рисунок 3.11 – Схематичне з'єднання SSD накопичувача з центральним вузлом на основі Raspberry Pi

В процесі налаштування головного вузла для системи відеоспостереження було проведено ряд кроків. Спочатку після фізичного

підключення необхідно було виконати ініціалізацію накопичувача. Це передбачало виконання ряду етапів: створити таблицю розділів, відформатувати файлову систему та змонтувати диск у файловій системі Raspberry Pi. Розглянемо детальніше проведені налаштування головного вузла і накопичувача для системи відеоспостереження.

Першою задачею є встановлення на Raspberry Pi необхідних програмних засобів та утиліт.

Спочатку було встановлено утиліту GParted, яка забезпечує зручний графічний інтерфейс для керування накопичувачами. Її було встановлено через термінал командою `sudo apt-get install gparted`, після чого GParted стала доступна в меню System Tools (рис. 3.12).

Для підключення SSD до Raspberry Pi потрібно під'єднати його до одного з портів USB 3.0. Після підключення слід почекати 30 секунд, після чого у GParted обрано GParted > Refresh Devices для оновлення списку пристроїв. Через деякий час з'явиться новий SSD у списку доступних пристроїв.

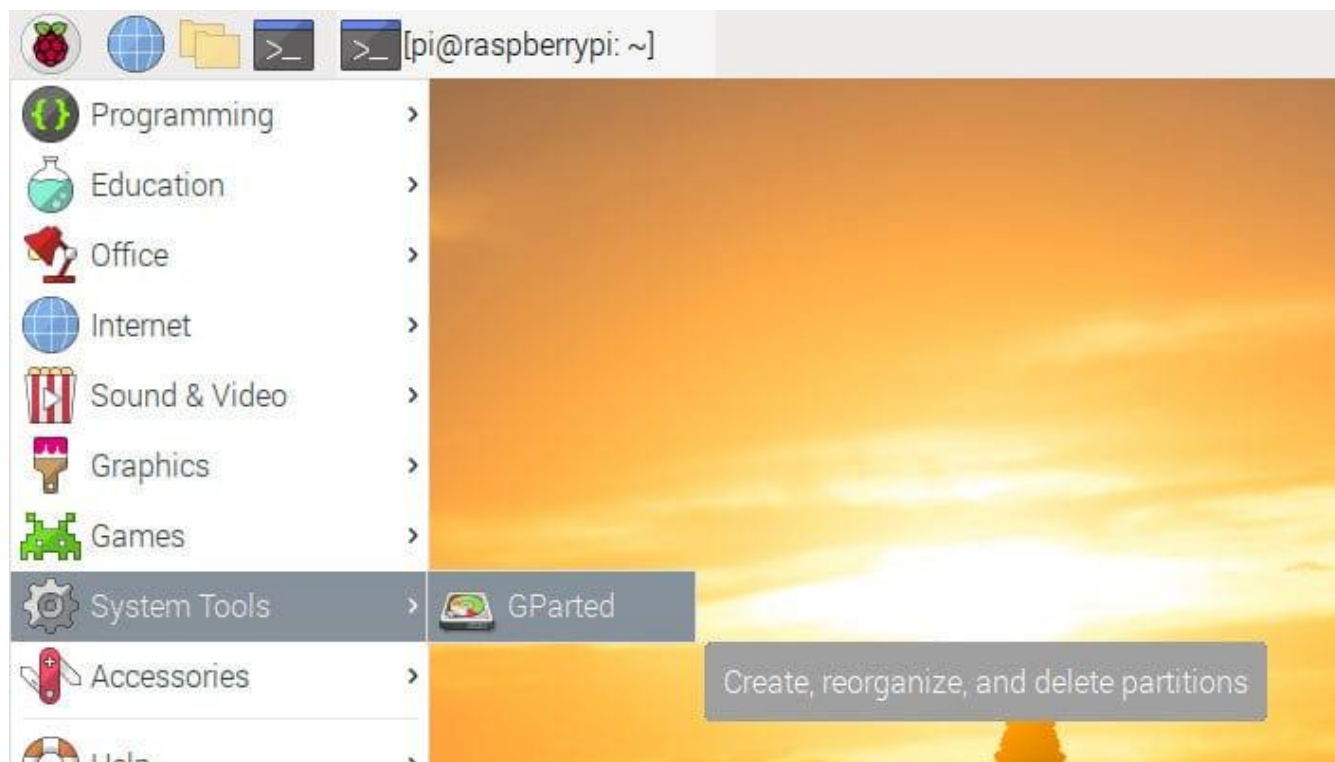


Рисунок 3.12 – Утиліта GParted у ОС Raspberry Pi

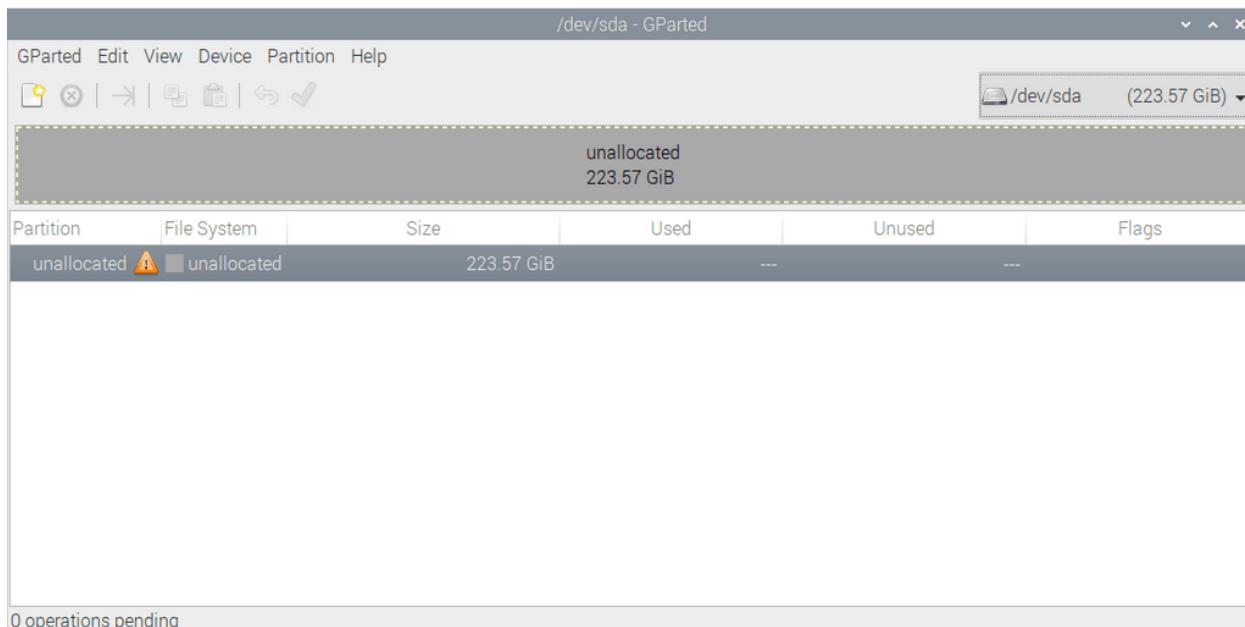


Рисунок 3.13 – Порожній накопичувач

Далі було створено таблицю розділів. Для цього було обрано у GParted Device > Create Partition Table у верхньому меню.

Після створення таблиці розділів у GParted, було створено новий розділ. Для цього у верхньому меню програми GParted було вибрано пункт Partition > New, що дозволило ініціювати процес створення нового розділу.

Під час процесу створення розділу, для більшості опцій було залишено значення за замовчуванням, зокрема було вибрано файлову систему типу ext4, що є однією з найбільш поширених і надійних файлових систем для Linux-систем. Також було додано мітку для створеного розділу, що дозволяє легко ідентифікувати його в майбутньому. Для цього було введено мітку «WDSSD».

Після налаштування параметрів нового розділу, наступним кроком було застосування змін. Для цього у верхньому меню програми GParted було вибрано пункт Edit > Apply All Operations. Це привело до активації процесу виконання операцій. Важливою частиною цього етапу є підтвердження користувачем попередження про майбутні зміни на диску, що дає можливість перевірити, чи правильно налаштовані всі параметри перед тим, як здійснити зміни на фізичному носії. Після підтвердження і завершення операцій, програма GParted вивела повідомлення про успішне завершення операції. Після цього інформація на екрані

оновилася, і новостворений розділ з'явився в списку доступних розділів на пристрої. Оновлення інформації в GParted підтвердило успішне виконання всіх операцій, і новий розділ став доступний для подальших маніпуляцій в операційній системі Raspberry Pi (рис. 3.14).

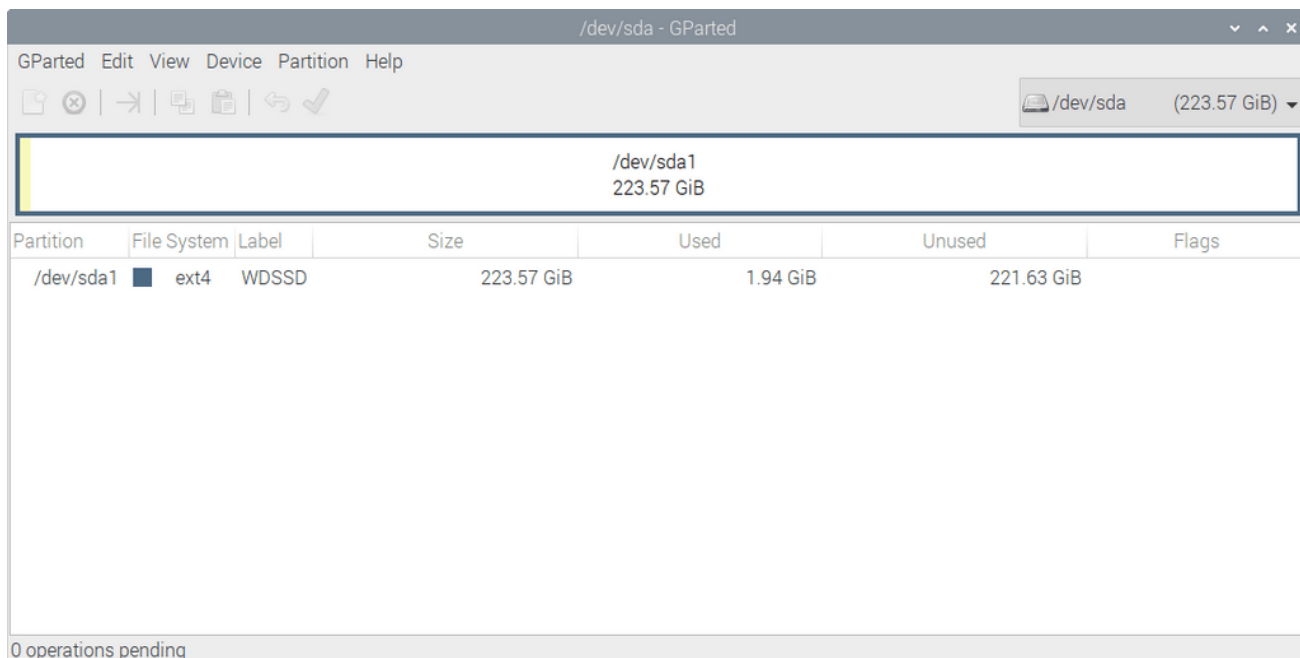


Рисунок 3.14 – Створений розділ у SSD диску

Наступним кроком потрібно було знайти UUID встановленого SSD накопичувача. Для цього у терміналі було виконано:

```
sudo lsblk -o UUID,NAME,FSTYPE,SIZE,MOUNTPOINT,LABEL,MODEL
```



Рисунок 3.15 – Пошук UUID встановленого SSD накопичувача

У даному випадку SSD знаходився на розділі 'sda1'.

Далі слід було встановити каталог для підключення SSD. Для цього спочатку було створено новий каталог у директорії /home/pi/ за допомогою команди:

```
mkdir myssd
```

Потім було встановлено права доступу для цього каталогу:

```
sudo chown pi:pi -R /home/pi/myssd/
```

І для того, щоб надати всім користувачам доступ на читання, запис і виконання в цьому каталозі, було виконано команду:

```
sudo chmod a+rxw /home/pi/myssd/
```

Для налаштування автоматичного монтування SSD при кожному завантаженні Raspberry Pi, виконано наступні кроки.

Спочатку було відкрито файл /etc/fstab для редагування:

```
sudo nano /etc/fstab
```

Далі наприкінці цього файлу було додано новий рядок з UUID доданого SSD накопичувача та каталогом для монтування (рис. 3.16).

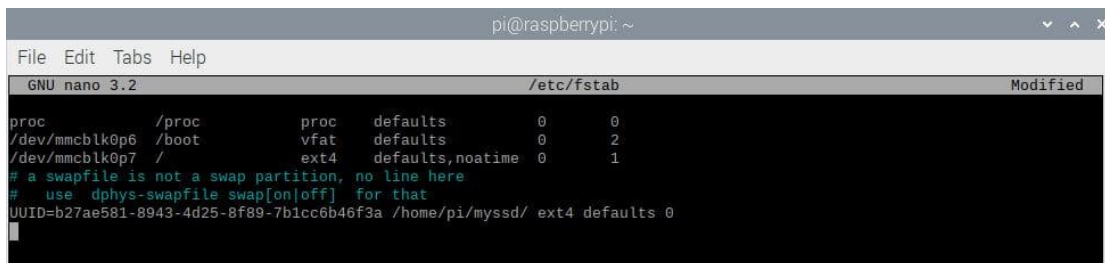


Рисунок 3.16 – Додавання UUID SSD накопичувача до файлу /etc/fstab

Останньою дією було монтування SSD накопичувача (рис. 3.17):

```
sudo mount -a
```

Ця команда застосовує всі записи з файлу /etc/fstab, що є конфігураційним файлом, в якому містяться дані про всі файлові системи, що мають бути змонтовані під час завантаження системи або в процесі виконання команд в терміналі. Команда mount -a дозволяє автоматично змонтувати всі файлові системи, які зазначені в цьому файлі, та ще не були змонтовані.

(при умові, що цей персональний комп'ютера використовується як окремий пристрій, який не входить до самої системи).

3.5 Висновки

У результаті проектування та реалізації симуляційної моделі системи відеоспостереження для охорони приватного будинку було досягнуто основної мети – створення багатокomпонентної системи з розподіленою обробкою відео на основі мікросервісної архітектури. Було змодельовано функціонування чотирьох автономних вузлів на базі Raspberry Pi Zero W з підключеними камерами, які самостійно виконували захоплення відео та виявлення руху. Центральний вузол на Raspberry Pi 4 забезпечив координацію роботи системи, зберігання даних та доступ до відеопотоків через веб-інтерфейс.

Попри відсутність усіх необхідних апаратних компонентів, вдалося створити максимально наближену до реальності програмну модель, яка показала, що обрана архітектура є ефективною, масштабованою та придатною для практичного впровадження. Система успішно виконувала основні функції – захоплення відео, виявлення руху, сповіщення про події та доступ до відеопотоків через браузер, що підтвердило її відповідність поставленим вимогам. Проведено оцінку вартості компонентів, що склала близько 21 500 грн, що є нижчою, ніж у комерційних апаратних NVR-рішень з подібною функціональністю.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

За результатами виконання даного проєкту було спроектовано та реалізовано прототип програмно-апаратного засобу для відеоспостереження в системі безпеки приватного будинку. Розроблена система побудована на основі мікрокомп'ютерів Raspberry Pi з використанням мікросервісної архітектури, що забезпечує розподілену обробку відео, виявлення руху та централізоване зберігання даних. Інтеграція інструментів комп'ютерного зору на базі OpenCV, підтримка веб-інтерфейсу для користувача, а також можливість масштабування системи підтверджують її гнучкість, функціональність і практичну доцільність. Результати моделювання засвідчили працездатність запропонованого рішення, його відповідність технічним вимогам та перевагу в порівнянні з комерційними аналогами за критеріями вартості й адаптивності.

У першому розділі було розглянуто загальні принципи функціонування систем відеоспостереження, зокрема їх призначення, архітектурні підходи та ключові компоненти. Проведено аналіз існуючих реалізацій систем, як відкритих, так і комерційних, що дозволило виявити їх переваги, недоліки та особливості застосування у різних умовах. Значну увагу приділено питанням інтеграції бібліотеки OpenCV у системи безпеки, що забезпечує широкий спектр можливостей з обробки відео та зображень, зокрема виявлення руху, об'єктів та подій у режимі реального часу. Це створило методологічну та технічну базу для розробки власної системи відеоспостереження із використанням мікрокомп'ютерів Raspberry Pi.

У другому розділі здійснено проєктування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку, що охоплює чотири ключові зони у будинку. Структура системи побудована за мікросервісною моделлю, що забезпечує автономність кожного відеомодуля на базі Raspberry Pi Zero W.

Центральним елементом виступає Raspberry Pi 4, який координує роботу всієї системи, проводить обробку та аналіз відеоінформації, а також надає доступ користувачу через веб-інтерфейс. У результаті проєктування було враховано

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

питання масштабованості, стабільності та функціонального навантаження, а також розроблено логіку для реалізації ключових функцій – відеозапису, виявлення руху та системи сповіщень через електронну пошту. Окрім того кожен спроектований модуль відеоспостереження володіє функцією автономності, завдяки наявності акумулятора, що робить ці модулі придатними до використання у будь-яких місцях у приміщенні.

У третьому розділі реалізовано симуляційну модель спроектованої системи відеоспостереження, яка дозволила перевірити працездатність усіх запланованих функцій у наближених до реальних умовах. Завдяки використанню мікросервісного підходу та бібліотеки OpenCV вдалося організувати ефективну розподілену обробку відео з підтримкою виявлення руху та надсилання сповіщень. Центральний вузол забезпечив збереження даних і доступ до потоків через зручний веб-інтерфейс.

Відсутність усіх апаратних компонентів була компенсована програмною реалізацією, яка підтвердила життєздатність архітектурного рішення. Визначено економічну доцільність спроектованої системи, оскільки її вартість виявилася нижчою, ніж у готових комерційних аналогів при збереженні високого рівня функціональності.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. CISCO What Is Power over Ethernet (PoE)? URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/what-is-power-over-ether-net.html> (дата звернення 01.04.2025).
2. What is a Video Surveillance System? URL: <https://senstar.com/senstarpedia/what-is-a-video-surveillance-system/> (дата звернення 01.04.2025).
3. How does Video Surveillance System Work? URL: <https://blog.router-switch.com/2021/10/how-does-video-surveillance-system-work/> (дата звернення 16.03.2025).
4. Green Vision Комплект відеоспостереження на 3 камери GV-IP-K-W86/03 5MP, URL: <https://greenvision.ua/ua/komplekty-videonablyudeniya/komplekt-videonablyudeniya-na-3-kamery-gv-ip-k-w86-03-5mp> (дата звернення 17.04.2025).
5. Budianto IP відеореєстратор 16-канальний 8MP NVR GreenVision GV-N-S013/16 (Lite) URL: <https://smart-kontrol.com.ua/ua/p1969241442-videoregistrator-kanalnyj-8mp.html> (дата звернення 17.04.2025).
6. Lacomia T. Best Home Security Cameras of 2025: My Top Picks for Keeping Your Home Safe and Sound URL: <https://www.cnet.com/home/security/best-home-security-camera/> (дата звернення 18.03.2025).
7. The Best Home Security Cameras of 2025 URL: <https://www.security.org/security-cameras/best/> (дата звернення 18.03.2025).
8. The Best Security Cameras for Your Home, URL: <https://www.nytimes.com/wirecutter/reviews/best-security-cameras-for-your-home/> (дата звернення 18.03.2025).
9. Video surveillance systems, URL: <https://ukrinfosystems.com.ua/en/design-and-construction/video-surveillance> (дата звернення 18.03.2025).
10. OpenCV, URL: <https://opencv.org/> (дата звернення 25.03.2025).

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 61
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

11. Computer Vision and Image Processing: Understanding the Distinction and Interconnection, URL: <https://opencv.org/blog/computer-vision-and-image-processing/> (дата звернення 25.03.2025).

12. Medium, Image Processing using OpenCV: A Step-by-Step Guide, URL: <https://bhavikjikadara.medium.com/image-processing-using-opencv-a-step-by-step-guide-e589b0acbbf3> (дата звернення 25.03.2025).

13. Medium, Image Processing using OpenCV – Python, URL: <https://medium.com/@nimritakoul01/image-processing-using-opencv-python-9c9b83f4b1ca> (дата звернення 25.03.2025).

14. Image Processing Basics with OpenCV for Beginners, URL: <https://www.kaggle.com/code/zeeshanlatif/image-processing-basics-with-opencv-for-beginners> (дата звернення 25.03.2025).

15. Wokwi, URL: <https://wokwi.com/> (дата звернення 24.04.2025).

16. The basics of image processing and OpenCV, URL: <https://developer.ibm.com/articles/learn-the-basics-of-computer-vision-and-object-detection/> (дата звернення 25.03.2025).

17. Understanding Python Flask: A Beginner's Guide to GET and POST Requests – Session 9, URL: <https://aloori080898.hashnode.dev/understanding-python-flask-a-beginners-guide-to-get-and-post-requests-session-9> (дата звернення 25.03.2025).

18. Building Your First Flask App: A Beginner's Guide, URL: <https://dev.to/fredabod/building-your-first-flask-app-a-beginners-guide-jeo> (дата звернення 24.03.2025).

19. Everything you need to know about Flask for beginners, URL: <https://www.mygreatlearning.com/blog/everything-you-need-to-know-about-flask-for-beginners/> (дата звернення 20.04.2025).

20. Digitalocean, How to Build a Flask Python Web Application from Scratch, URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-make-a-web-application-using-flask-in-python-3> (дата звернення 20.04.2025).

21. Iлopи O. O. Design and Implementation of a Smart Surveillance System, *Foundation of Computer Science FCS*, Vol. 7, No. 33, 2020, P. 8-12.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

22. Nalini M., Kiran G.V. Automatic Surveillance System Using Raspberry Pi and Arduino. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2017. Vol. 6. No. 5. P. 635–640.

23. Abaya W.F., Basa J., Sy M., Abad A.C., Dadios E.P. Low Cost Smart Security Camera with Night Vision Capability Using Raspberry Pi and OpenCV. 7th *IEEE International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*. 12–16 November 2014, Hotel Centro, Puerto Princesa, Palawan, Philippines.

24. Karuna G., Reddy A.S., Vishal K., Pavan E., Singh Negi G. Smart and Sustainable Surveillance System. *E3S Web of Conferences*. ICMPC 2023, Vol. 430.

25. Ansari A.N., Sedky M., Sharma N., Tyagi A. An Internet of Things Approach for Motion Detection Using Raspberry Pi. *Proceedings of the 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*, 17–18 January 2015, Harbin, China.

26. Khasim K.N.V., Anilkumar G., Vamshi G., Sai Kumar, Nikhil Yadav M. Moving Object Detection and Speed Estimation by Digital Image Processing. In: *Proceedings of the Conference Series, International Conference on Electronic Circuits and Signalling Technologies*, 2–3 June 2022, 2325.

27. КОМПЛЕКТ відеоспостереження на 4 камери GV-IP-K-W75/04 5MP, URL: <https://greenvision.ua/ua/komplekty-videonablyudeniya/komplekt-videonablyudeniya-na-4-kamery-gv-ip-k-w75-04-5mp> (дата звернення 28.03.2025).

28. Hempel L., Toepfer E. On the Threshold to Urban Panopticon? Cities and Assessing its Social and Political Impacts. *Working Paper No. 15*. Berlin: TU Berlin Centre for Technology and Society, 2004.

29. Senior A., Pankanti S., Hampapur A., Brown L., Tian Y.L., Ekin A., Connell J., Shu C.F., Lu M. Enabling Video Privacy through Computer Vision. *IEEE Security & Privacy*. 2005. Vol. 3. P. 50–57.

30. Birnstill P., et al A user study on anonymization techniques for smart video surveillance. *Proc. of the 12th Int. Conf. on Advanced Video and Signal Based*

Surveillance (AVSS), Karlsruhe, Germany, 25–28 August 2015. Piscataway, NJ: IEEE, 2015. P. 1–6.

31. Fraunhofer IOSB. Intelligent Video Surveillance Enhances Safety and Privacy. URL: <https://www.iosb.fraunhofer.de/en/projects-and-products/intelligent-video-surveillance.html> (дата звернення 01.04.2025).

32. Morais R., et al Learning Regularity in Skeleton Trajectories for Anomaly Detection in Videos. *Proc. of the 2019 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Long Beach, CA, USA, 15–20 June 2019. P. 11988–11996.

33. Senior A., Pankanti S., Hampapur A., Brown L., Tian Y.L., Ekin A., Connell J., Shu C.F., Lu M. Blinkering Surveillance: Enabling Video Privacy through Computer Vision. Armonk, NY: *IBM Technical Report*, 2003.

34. Markovitz A., Sharir G., Friedman I., Zelnik-Manor L., Avidan S. Graph Embedded Pose Clustering for Anomaly Detection. *Proc. of the 2020 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Seattle, WA, USA, 13–19 June 2020. P. 10536–10544.

35. Qi Y., Zhang S., Jiang F., Zhou H., Tao D., Li X. Siamese local and global networks for robust face tracking. *IEEE Transactions on Image Processing*. 2020. Vol. 29. P. 9152–9164.

36. Meng Q., Zhao S., Huang Z., Zhou F. MagFace: A universal representation for face recognition and quality assessment. *Proc. of the 2021 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Nashville, TN, USA, 20–25 June 2021. Piscataway, NJ: IEEE, 2021.

37. Krempel E., Beyerer J. TAM-VS: A Technology Acceptance Model for Video Surveillance. In: Preneel B., Ikonomou D. (eds.) *Privacy Technologies and Policy. Proc. of the Second Annual Privacy Forum, APF 2014*, Athens, Greece, 20–21 May 2014. Cham: Springer, 2014.

38. She C., Zheng R., Yang Q., Liang S. Research of Intelligent Video Surveillance System Based on Artificial Neural Network. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. Vol. 2181. P. 012057.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

39. Zaboleeva-Zotova A.V., Bobkov A.S., Orlova Yu.A., Rozaliev V.L., Polovinkin A.I. An Intelligent Video Surveillance System for Human Behavior. *Scientific and Technical Information Processing*. 2021. Vol. 48. P. 388–397.

40. Kalbo N., Mirsky Y., Shabtai A., Elovici Y. The Security of IP-Based Video Surveillance Systems. *arXiv preprint arXiv:1910.10749*. 2019.

41. Qi Y., Qin L., Zhang S., Huang Q., Yao H. Robust visual tracking via scale-and-state-awareness. *Neurocomputing*. 2019. Vol. 329. P. 75–85.

42. Yu H., Li G., Zhang W., Huang Q., Du D., Tian Q., Sebe N. The unmanned aerial vehicle benchmark: Object detection, tracking and baseline. *International Journal of Computer Vision*. 2020. Vol. 128. P. 1141–1159.

43. Wen L., Du D., Zhu P., Hu Q., Wang Q., Bo L., Lyu S. Detection, tracking, and counting meets drones in crowds: A benchmark. *Proc. of the 2021 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Nashville, TN, USA, 20–25 June 2021. Piscataway, NJ: IEEE, 2021.

44. Qi Y., Wu Q., Anderson P., Wang X., Wang W.Y., Shen C., van den Hengel A. REVERIE: Remote embodied visual referring expression in real indoor environments. *Proc. of the 2020 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Seattle, WA, USA, 13–19 June 2020. Piscataway, NJ: IEEE, 2020.

45. Specker A., Schumann A., Beyerer J. An evaluation of design choices for pedestrian attribute recognition in video. *Proc. of the 2020 IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP)*, Abu Dhabi, UAE, 25–28 October 2020. Piscataway, NJ: IEEE, 2020.

46. Specker A., Stadler D., Florin L., Beyerer J. An occlusion-aware multi-target multi-camera tracking system. *Proc. of the 2021 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, Virtual Conf., 19–25 June 2021. Piscataway, NJ: IEEE, 2021.

47. Jiang S., Qi Y., Zhang H., Bai Z., Lu X., Wang P. D3D: Dual 3-D Convolutional Network for Real-Time Action Recognition. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2021. Vol. 17. P. 4584–4593.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

48. Yang F., Wu Y., Sakti S., Nakamura S. Make skeleton-based action recognition model smaller, faster and better. *Proc. of the ACM Multimedia Asia*. New York, NY: ACM, 2019.
49. Liranzo J., Hayajneh T. Security and Privacy Issues Affecting Cloud-Based IP Camera. In *Proceedings of the 2017 IEEE 8th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference (UEMCON)*, New York, NY, USA, 19–21 October 2017; pp. 458–465.
50. Ramzan M., Khan H.U., Awan S.M., Ismail A., Iqbal M., Mahmood A., Saba T. State-of-the-Art Violence Detection Techniques in Video Surveillance Security Systems: A Systematic Review. *PeerJ Computer Science*. 2021. Vol. 7. e920.
51. Guraya F.F., Cheikh F.A. Intelligent Video Surveillance: A Review Through Deep Learning Techniques for Crowd Analysis. *Journal of Big Data*. 2019. Vol. 6. P. 1–27.
52. Wróbel M., Wróbel A. Urban Video Surveillance as a Tool to Improve Security in Public Spaces. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. P. 6210.
53. Asghar A., Shifa A. Survey on Video Security: Examining Threats, Challenges, and Future Trends. *Computers, Materials & Continua*. 2024. Vol. 80. P. 3591–3635.
54. Abdulhamid M., Murungi M. System Design of Video Surveillance. *System Research and Information Technologies*. 2019. No. 4. P. 45–52.
55. Zhang D., Peng A., Zhang H. Application of Robust Face Recognition in Video Surveillance Systems. *Optoelectronics Letters*. 2018. Vol. 14. Issue 2. P. 134–139.
56. Idrees H., Shah M., Surette R. Enhancing Camera Surveillance Using Computer Vision: A Research Note. *arXiv preprint arXiv:1808.03998*. 2018.
57. Banu V., Costea I., Nemtanu F., Iulian B. Intelligent Video Surveillance System. In *Proceedings of the IEEE 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging*, Romania, 2017.

58. Raghunandan A., Raghav P., Aradhya H. Object Detection Algorithms for Video Surveillance Applications. *In Proceedings of the IEEE International Conference on Communication and Signal Processing*, India, 2018. P.18-27.

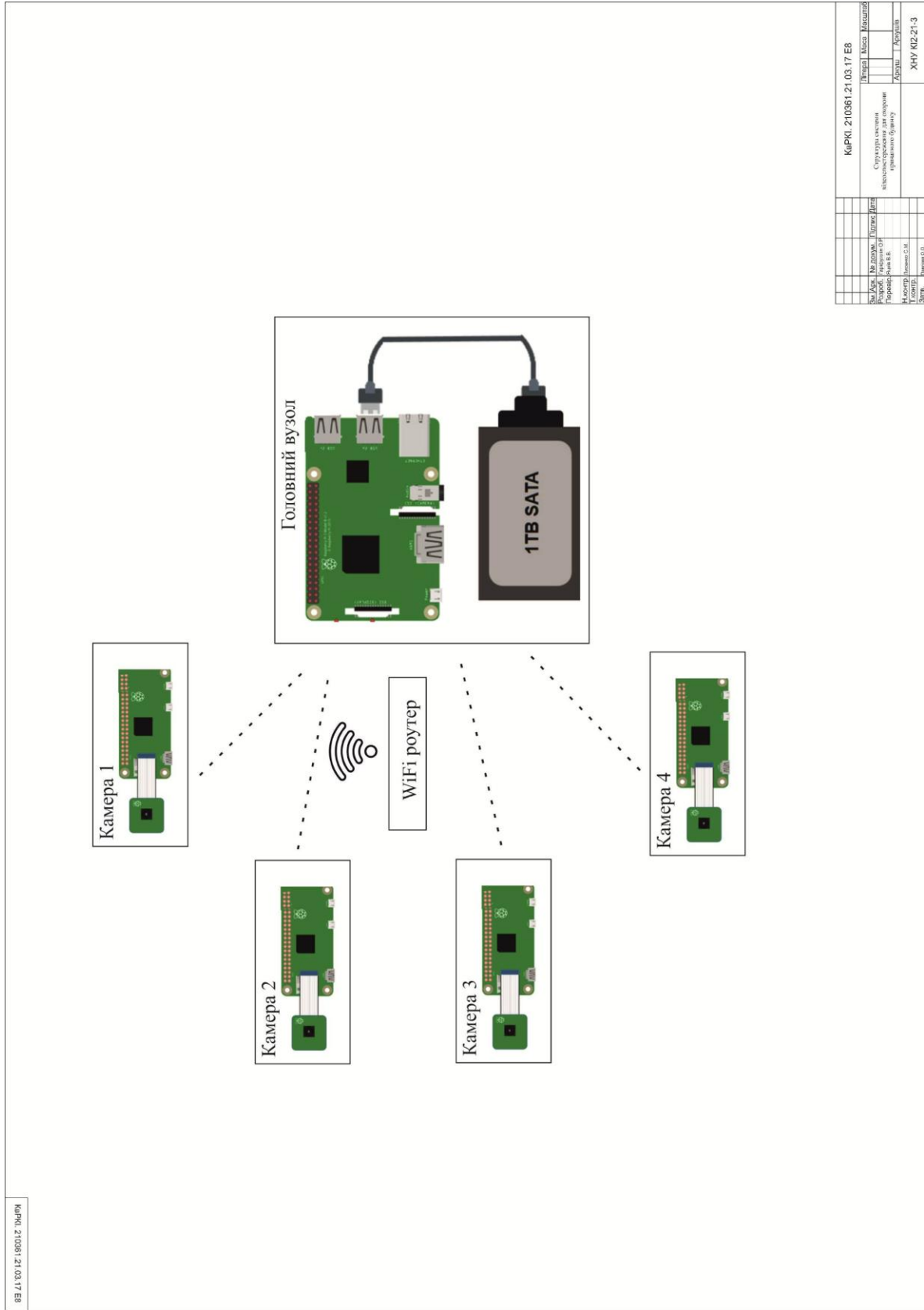
59. Zhang D., Peng A., Zhang H. Application of Robust Face Recognition in Video Surveillance Systems. *Optoelectronics Letters*. 2018. Vol. 14. Issue 2. P. 134–139.

60. Davis F.D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*. 1989. Vol. 13. P. 319–340.

					КВРКІ. 210361.21.03.17 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
(обов'язковий)

КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «СТРУКТУРА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО ЗАСОБУ»

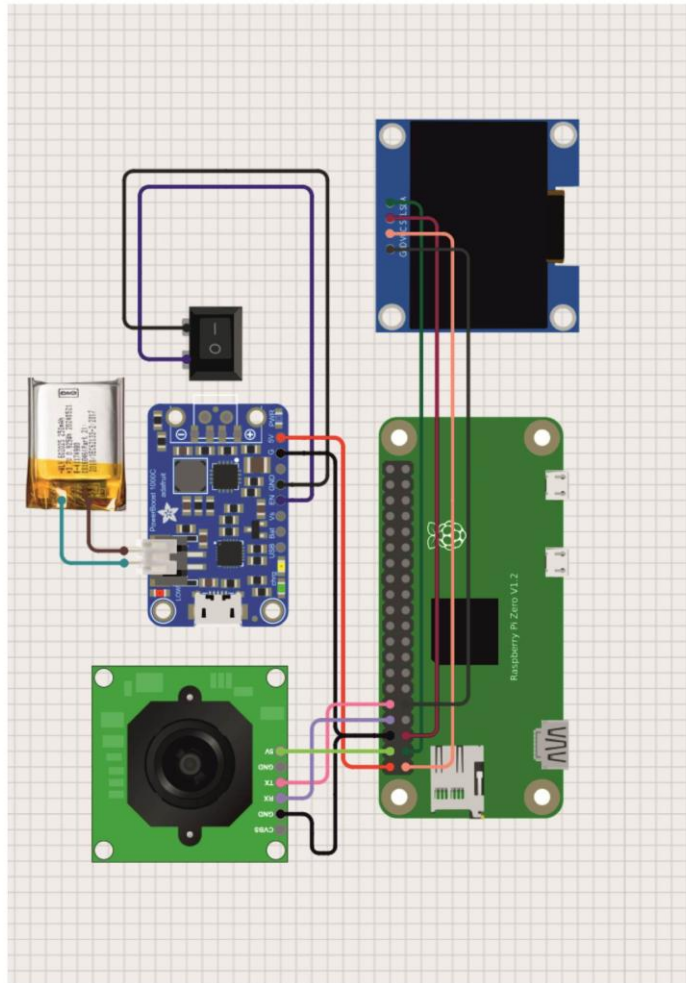


88 41 00 12 1980.12 2019

КвРКІ. 210361.21.03.17.Е8	
Відомості про виконавця	Відомості про замовника
Назва: Структура системи	Назва: Структура системи
Місце виконання: Київ	Місце виконання: Київ
Розробник: Іван І.В.	Розробник: Іван І.В.
Місце розробки: Київ	Місце розробки: Київ
Статус: Проект	Статус: Проект
Дата: 2019.12.19	Дата: 2019.12.19
Версія: 1.0	Версія: 1.0
Характеристика: ХНУ / КВ-21-3	Характеристика: ХНУ / КВ-21-3

Додаток Б
(обов'язковий)

КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «МОНТАЖНА СХЕМА»



КІРКІ 210381 21 03 17 Е8

КІРКІ 210381 21 03 17 Е8		Листів	Кільк.	Всього
№	Назва	№ докум.	Статус	Дат.
Розроб.	Виконав	Схем.		
Результат	Дата в. в.			
Відпра.	Виконав	С.М.		
Схем.	Виконав	В.О.		
		Монтажна схема		
		Автори	Г.Аврамів	
		ХНУ	№2-21-3	

Wed May 21 19:50:01 EEST 2025, Медзатий Дмитро Миколайович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.274 Educational

The maximum coincidence with one document 0.0%

Dictionary check: en_US, ru_RU, ua_UA. **Errors in the documents: 15%**

ID: 241650 Title: БКР Система відеоспостереження для охорони приватного будинку Added in a DB: 2025-05-21 Authors: Олександр ГАРИФУЛЛІН Heads: Василь ЯЦКІВ Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	87615	672	677 (1%)	11 (2%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Олександр ГАРІФУЛЛІН

Співавтор:

Назва: Гаріфулін_Система відеоспостереження для охорони приватного будинку

Експерт:

Підрозділ: Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Коефіцієнт подібності 1:6.8%

Коефіцієнт подібності 2:1.4%

Мікропробіли: 19

Заміна букв: 2

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-05-21 21:32:55.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-05-22

Дата



Доцент Андрій Нічепорук

експерт

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Олександр ГАРІФУЛЛІН

Тема: Система відеоспостереження для охорони приватного будинку

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи:

Кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 67

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У роботі запропоновано систему відеоспостереження для охорони приватного будинку

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню _____

Дипломний проект відповідає виданому завданню _____

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі розглянуто загальні принципи роботи систем відеоспостереження та проведено огляд відомих рішень. У другому розділі проведено аналіз апаратних рішень та проектування системи відеоспостереження для охорони приватного будинку. У третьому розділі реалізовано систему відеоспостереження для охорони приватного будинку

4. Позитивні сторони роботи: Спроектовано систему відеоспостереження для охорони приватного будинку

5. Негативні сторони роботи: Було б доречно реалізувати у спроектованій системі функцію авторизації для користувачів

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: пояснювальна записка та листи креслення виконані згідно діючих вимог

7. Відгук про роботу в цілому: В загальному робота виконана на достатньому рівні.

8. Інші зауваження: —

9. Оцінка дипломної роботи:

Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої дипломної роботи вважаю, що робота заслуговує оцінки «добре» 4,0 (С)

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

Мартинюк В.В., д.т.н., проф., зав. каф. АКІТ та Р, ХНУ

“ 2 ” 06 2025р.



Завідувачу кафедри КПС
д-р. філософії, доц. Ользі ПАВЛОВІЙ

Олександр ГАРІФУЛЛІН

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-21-3

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 (Strike-Plagiarism 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.

20 травня 2025 року



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Система відеоспостереження для охорони приватного будинку

Автор Олександр ГАРІФУЛЛІН

Освітня програма Комп'ютерна інженерія та програмування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 123– Комп'ютерна інженерія

Науковий керівник: д.т.н., професор, Василь ЯЦКІВ

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	Відповідає
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	Не виявлено

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;

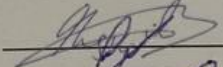
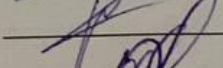
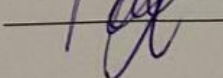
2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ ідентичності/схожості StrikePlagiarism, складає 6.83% і адресується до 32 першоджерела; та системою Anti-Plagiarism складає 0%, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС

Василь ЯЦКІВ

Андрій НІЧЕПОРУК

Ольга ПАВЛОВА