

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

*бакалавр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система відеоспостереження  
з функцією розпізнавання обличчя*

Виконала: студентка *IV* курсу, групи *СІс-44*  
спеціальності *123 «Комп'ютерна інженерія»*

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	<i>Янковська Н.В.</i> (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	<i>Луцик Н.С.</i> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	<i>Тиш Є.В.</i> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	<i>Осухівська Г.М.</i> (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	<i>Загородна Н.В.</i> (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2021

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

студентці Янковській Нелі Володимирівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Керівник роботи Луцик Надія Степанівна, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» лютого 2021 року № 4.7-97

2. Термін подання студентом завершеної роботи 27.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Методи штучного інтелекту для розпізнавання обличчя, плата ESP32-CAM, база даних тестових зображень

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз технічного завдання на комп'ютеризовану систему відеоспостереження.

2. Архітектура та апаратне забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження.

3. Розробка системного програмного забезпечення та побудова моделі інтелектуального розпізнавання обличчя 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Типова архітектура систем відеоспостереження. -

2. Архітектура комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

3. Схема компонентів комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

4. Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

5. Топологія згорткової нейронної мережі для розпізнавання обличчя

6. Зовнішній вигляд спроектованої системи та підключення програматора FTDI з ESP32

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Пилипець М.І., д.т.н., проф. каф. МТ</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>10.02-17.02.2021</i>	
2	<i>Аналіз технічного завдання</i>	<i>19.02-04.03.2021</i>	
3	<i>Аналіз підходів до проектування систем відеоспостереження</i>	<i>06.03-21.03.2021</i>	
4	<i>Проектування схеми системи відеоспостереження</i>	<i>21.03-28.03.2021 28.03-03.04.2021</i>	
5	<i>Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи</i>		
6	<i>Проектування та реалізація програмного забезпечення системи відеоспостереження</i>	<i>04.04-27.04.2021</i>	
7	<i>Розробка інструкцій із встановлення та налаштування параметрів комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя</i>	<i>27.04-15.05.2021</i>	
8	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>15.05-29.05.2021</i>	
9	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>29.05-15.06.2021</i>	
10	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>15.06-20.06.2021</i>	
11	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>20.06-28.06.2021</i>	

Студентка

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Янковська Неля Володимирівна*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Луцик Надія Степанівна*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Янковська Неля Володимирівна // ТНТУ, спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»// Тернопіль, 2021 // с.– 65 , рис. – 32 , табл. – 9, аркушів А1 – 6, бібліогр. – 21.

Ключові слова: комп'ютеризована система, відеоспостереження, розпізнавання, функція, обличчя.

У кваліфікаційній роботі бакалавра спроектовано прототип комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя на основі модуля ESP32-CAM, відеокамери OV2640 з роздільною здатністю 2 Мп та електромеханічного замка блокування дверей.

Під час виконання даної роботи проведено аналіз існуючих підходів до реалізації класичних систем відеоспостереження, запропоновано власну архітектуру системи, яка враховує особливості цього процесу та забезпечує керування електромагнітним замком на основі підходу «свій»-«не свій».

Обґрунтовано та проведено аналіз технічних характеристик апаратного забезпечення, зокрема: модуля ESP32-CAM, як базового компонента; камери OV2640, як засобу захоплення відео, наведено принцип та алгоритм запису програмного коду в ESP32-CAM за допомогою програматора FTDI та середовища Arduino IDE.

Розроблено системне програмне забезпечення для управління процесом відеонагляду та керування електромагнітним замком, а також побудовано та реалізовано модель розпізнавання обличчя на основі згорткової нейронної мережі.

## ABSTRACT

Computer-aided video observation system with face identification function // Bachelor's thesis // Yankovska Nelia Volodymyrivna // TNTU, speciality 123 «Computer engineering»// Ternopil, 2021 // p.– 65 , fig. – 32 , tab. – 9, posters A1 – 6, ref. – 21.

Keywords: computerized system, video surveillance, recognition, function, face.

In the bachelor's qualification work, a prototype of a computerized video surveillance system with a face recognition function based on the ESP32-CAM module, an OV2640 camcorder with a resolution of 2 MP and an electromechanical door lock was designed.

During this work, an analysis of existing approaches to the implementation of classical video surveillance systems, proposed its own system architecture, which takes into account the peculiarities of this process and provides control of the electromagnetic lock based on the approach "own" - "not own".

The analysis of technical characteristics of hardware is substantiated and carried out, in particular: ESP32-CAM module as a basic component; The OV2640 camera, as a means of video capture, shows the principle and algorithm of recording program code in ESP32-CAM using the FTDI programmer and the Arduino IDE.

System software for video surveillance process control and electromagnetic lock control has been developed, and a face recognition model based on a convolutional neural network has been built and implemented.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ .....	11
1.1 Аналіз вимог до апаратного і програмного забезпечення системи відеоспостереження .....	11
1.2 Аналіз сфер застосування систем відеоспостереження та способів їх реалізації .....	17
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРА ТА АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ.....	24
2.1 Аналіз типових архітектур і проектування структури прототипу системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя .....	24
2.2 Обґрунтування вибору модуля ESP32-CAM та аналіз його технічних характеристик.....	30
2.3 Характеристики камери OV2640 .....	35
2.4 Проектування схеми системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя .....	38
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ	43
3.1 Проектування алгоритму та реалізація системного програмного забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження .....	43
3.2 Інсталяція веб-сервера та бібліотеки для роботи з ESP32-CAM.....	45

					КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Янковська Н.В.				Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Луцик Н.С.					6	
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44		
Н. Контр.	Тиш Є.В.						
Затверд.	Осухівська Г.М.						
					Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя		

3.3	Обґрунтування засобів та побудова моделі для реалізації функції виявлення та розпізнавання обличчя.....	49
3.4	Тестування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя .....	54
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ....		58
4.1	Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ .....	58
4.2	Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини та запобігання його негативній дії.....	60
ВИСНОВКИ .....		64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		65
Додаток А. Технічне завдання		

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,  
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

АЦП	Аналогово-цифровий перетворювач
КС	Комп'ютерна система
ПЗ	Програмне забезпечення
ЗНМ	Згортова нерйонна мережа
DVR	Digital Video Recorder
FHD	Full High Definition
HD	High Definition
NVR	Network Video Recorder
RGB	Red Green Blue
UXGA	Ultra Extended Graphics Array

					<i>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



## ВСТУП

Сучасні темпи інформатизації суспільства характеризуються впровадженням комп'ютерних технологій у всі сфери людського життя, починаючи від галузей, де неможливе фізичне перебування людини, закінчуючи звичайними побутовими умовами. Такий розвиток, у значній мірі, простимулювали появу IoT технологій, хмарних сервісів, інструментів машинного навчання. Сукупність цих методів і засобів забезпечили можливість створення «розумних будинків», керування якими може здійснюватися дистанційно, автомобілів з можливістю керування автопілота, інтелектуальних систем відеоспостереження та відеонагляду і ряду інших.

IoT можна підключити у мережу, яка здатна сформувати систему «розумного міста», щоб забезпечити надання різноманітних сервісів, покликаних покращити життя мешканців. Системи відеоспостереження забезпечують автоматизацію та підвищують ефективність функціонування охоронних комплексів, ведення правоохоронної діяльності, нагляду за об'єктами нерухомості в період відсутності власників та ряд інших. Класичні системи відеоспостереження характеризуються об'єднанням різних технічних засобів, які формують мережу відеоспостереження і дозволяють відображати на одному або кількох екранах багато вікон з трансляцією відео у режимі реального часу. Контроль за відеопотоком виконує охоронець-оператор і визначає стан безпеки об'єкту. Однак, з появою IoT, з'явилась можливість модернізувати та підвищити якість охоронних систем шляхом інтеграції розумних сервісів розпізнавання рухомих об'єктів, зокрема осіб та їхнього обличчя. Такі сервіси та формування сигнальних повідомлень про підозрілих осіб дають можливість більш оперативно реагувати на ситуацію, в автоматичному режимі виконувати сповіщення відповідальних за охорону працівників, а також знизити витрати на утримання штату охоронників. Тому актуальними задачами є побудова комп'ютеризованих систем відеоспостереження з інтеграцією функцій розпізнавання обличчя, що вимагає поєднання знань з комп'ютерної інженерії,

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інженерії програмного забезпечення та штучного інтелекту і дозволяє забезпечити необхідну точність ідентифікації осіб у системах «розумного» захисту будинків, аналізу поведінки людей у громадських місцях, виявлення і попередження правопорушень.

Комп'ютерний зір (Computer Vision) лежить в основі побудови функції розпізнавання обличчя і дає можливість виявлення та розпізнавання образів. Композиція Computer Vision та сучасних технічних засобів відеоспостереження забезпечують вищий рівень безпеки на основі платформи IoT для «розумних будинків», оскільки вони здатні ідентифікувати людину для якої доступ до приміщення чи території заборонений.

					<i>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

1.1 Аналіз вимог до апаратного і програмного забезпечення системи відеоспостереження

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя призначена для відео моніторингу на об'єктах підвищеної небезпеки, установ та організацій з обмеженим доступом, підприємствах військової та банківської сфер, торговельних та інших закладів, які розташовуються на великих територіях. Така система повинна забезпечувати інтелектуальну ідентифікацію особи за її обличчям і як наслідок фіксувати правопорушника або запобігати виникненню нетипових ситуацій.

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя може також використовуватись як один з видів біометричної аутентифікації особи як у системах «розумний дім», так і в інших програмно-апаратних комплексах, де необхідно вести відео моніторинг та проводити ідентифікацію особи.

Організація такої системи повинна бути орієнтована на одержання і трансляцію відео в реальному часі та забезпечувати можливість сигналізації у випадку відсутності інформації про особу у базі даних.

Для побудови комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя необхідно провести аналіз методів і апаратних засобів отримання і трансляції відеопотоку у режимі реального часу, обґрунтувати та побудувати модель інтелектуального сервісу розпізнавання обличчя, забезпечити навчання системи, реалізувати програмне забезпечення

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Аналіз технічного завдання на проектування комп'ютеризованої системи відеоспостереження</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Янковська Н.В.</i>					11	
<i>Перевір.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

розпізнавання обличчя. Окрім цього, необхідно налаштувати сховище для зберігання зображень та авторизованого доступу до нього.

Реалізація комп'ютеризованої системи відеоспостереження дозволить підвищити ефективність охоронних комплексів та систем безпеки у різних сферах діяльності шляхом впровадження інтелектуального розпізнавання рухомих об'єктів, зокрема ідентифікації та розпізнавання обличчя та сигналізації про об'єкт, якого немає у базі даних.

Метою створення комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя є автоматизація процесу виявлення осіб, які не мають права перебувати на визначеній території та забезпечити можливість сповіщення операторів охоронних систем.

Для того, щоб досягти поставленої мети роботи, необхідно розв'язати наступні задачі:

- проаналізувати підходи до організації систем відеоспостереження та вимог до апаратного і програмного забезпечення;
- провести аналіз методів інтелектуального розпізнавання об'єктів та обґрунтувати оптимальну модель для інтеграції у систему відеоспостереження;
- спроектувати архітектуру комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя;
- обґрунтувати вибір апаратного забезпечення та протоколів взаємодії між компонентами системи відеоспостереження;
- налаштувати параметри веб-сервера для трансляції відео у режимі реального часу;
- побудувати та програмно реалізувати модель інтелектуального розпізнавання рухомих об'єктів;
- сформувати або обґрунтувати існуючу базу даних зображень для навчання алгоритму розпізнавання образів;
- забезпечити можливість запису відео на відеосервер;
- провести експериментальні дослідження щодо ефективності застосування запропонованих рішень.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя може використовуватись підрозділами охорони підприємства, а також бути частиною «розумного будинку» чи «розумного міста» та сприяти виявленню підозрілих осіб або осіб, які не мають права доступу на встановлену територію чи об'єкт.

При автоматизації процесу нагляду за об'єктом охорони та визначення рухомих об'єктів необхідно передбачити застосування відповідного апаратного забезпечення та середовищ передачі даних, зокрема:

- відеокамери з необхідною роздільною здатністю;
- апаратного пристрою управління процесом захоплення і передачі відеопотоку з камери;
- сервера зберігання бази даних зображень ідентифікованих осіб.

Програмне забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження повинно включати:

- web-сервер для встановлення зв'язку з модулем захоплення відеопотоку та подальшою трансляцією на монітори та сервер для зберігання відео;
- інтелектуальний сервіс розпізнавання обличчя;
- базу даних зображень з обличчями;
- програмний компонент сигналізації про нерозпізнаний об'єкт.

Доступ до комп'ютеризованої системи відеоспостереження, зокрема апаратної і програмної частин, повинен бути авторизованим та забезпечувати визначену функціональність і взаємодію з іншим прикладним програмним забезпеченням.

Окрім цього, проєктована комп'ютеризована система повинна забезпечити підвищення надійності та безпеки при охороні території чи доступу у «розумний будинок».

У комп'ютеризованій системі відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя повинен бути реалізований авторизований доступ, забезпечена можливість трансляції відео у режимі реального часу із здатністю

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фіксації і розпізнавання рухомих об'єктів, зберігання відео у сховище на відеосервері. В загальному випадку, дана система повинна вирішувати і задовольняти наступним вимогам:

- стабільне та безперебійне функціонування апаратних пристроїв;
- трансляція відеопотоку у режимі реального часу;
- визначена швидкість функціонування програмного забезпечення;
- одночасний доступ до відеопотоку кількох користувачів;
- авторизований доступ до web-сервера, відеосервера та бази даних зображень;
- оптимальне використання часових, апаратних і програмних ресурсів комп'ютеризованої системи;
- надання доступу до комп'ютеризованої системи через браузер.

До складу комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя входять:

- плата ESP32-CAM;
- камера;
- FTDI програматор;
- середовище Arduino IDE;
- сервер для зберігання відео;
- бібліотека OpenCV.

В загальному випадку, модель проектованої комп'ютеризованої системи відеоспостереження повинна забезпечувати реалізацію основних функцій щодо трансляції відео, виконувати розпізнавання обличчя особи із заданою точністю і достовірністю, а також зберігати відео на відповідному сервері.

До функцій комп'ютеризованої системи відеоспостереження належать:

- здатність одержувати відео з камери в реальному часі;
- можливість передачі відеопотоку через веб-сервер;
- можливість ідентифікації рухомих об'єктів;
- здатність детектування обличчя і порівняння з наявними у базі даних;
- можливість сигналізації про нерозпізнаний об'єкт;

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- здатність до запобігання виникненню ситуацій неавторизованого доступу до камери;
- управління процедурами доступу до зображень та відео;
- продуктивність системи до 1 с;
- здатність до гнучкості та масштабування апаратного забезпечення системи.

Взаємодію камери та сервера зображень і відео пропонується організувати на основі технології Wi Fi з частотою передачі даних на рівні 2,4 ГГц. Камера безпосередньо входить у комплект ESP 32-CAM і під'єднується до плати відповідно до технічної документації.

До перспектив розвитку проектованої системи належить здатність до масштабування, тобто збільшення кількості модулів ESP32-CAM та створення системи управління відеопотоками з багатьох пристроїв. Окрім цього, можливе застосування відмінних від OpenCV бібліотек, або створення власної системи інтелектуального розпізнавання обличчя. Також перспектив розвитку комп'ютеризованої системи відеоспостереження належить можливість інтеграції з іншими системами, наприклад для біометричної ідентифікації при доступі до приміщень з обмеженими доступом.

При модернізації системи відеоспостереження дані одержані при попередній роботі повинні бути збереженими, оскільки вони були базисом для навчання алгоритму розпізнавання образів.

Надійність функціонування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя гарантується авторизованим доступом до веб-сервера трансляції відеопотоку у реальному часі, а також на рівні авторизованого доступу до сервера зображень і збереженого відео.

Крім того, на фізичному рівні повинен бути обмежений доступ до апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи і лише особи з відповідними правами доступу можуть вносити зміну або здійснювати обслуговування системи.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютеризована система організації доступу у приміщення на основі RFID-технології полягають в наступному:

- захоплення відеопотоку з відеокамери;
- з'єднання ESP32-CAM з веб-сервером трансляції відео;
- здатність забезпечувати ідентифікації рухомих об'єктів;
- можливість розпізнавання обличчя;
- управління процесом порівняння зображень, одержаних з відеокамери та наявними у базі даних;
- можливість візуального сповіщення про неідентифікований об'єкт;
- запобігання виникненню ситуацій неавторизованого доступу до камери;
- управління процедурами доступу до зображень та відео;
- забезпечення визначеної продуктивності функціонування системи;
- здатність до гнучкості та масштабування апаратного забезпечення системи.
- можливість архівування та створення резервних копій відеоданих і зображень.

Основними вимогами до апаратних пристроїв системи відеоспостереження є:

- плата ESP32-CAM;
- камера OV2640;
- FTDI програматор;

Вимоги до робочих станцій комп'ютеризованої системи:

- процесор з тактовою частотою > 2,0 ГГц;
- Оперативна пам'ять об'ємом 4 Гб;
- розмір HDD не менше 120 Гб.

Вимоги до сервера:

- процесор з тактовою частотою 2,2 ГГц/ядро з кількістю ядер більше 10;
- оперативна пам'ять розміром від 32 Гб;

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



– об'єм HDD – 120 Тб.

До системного програмного забезпечення належить програмне забезпечення модуля ESP 32-CAM, робочих станцій – операційні системи Linux або Windows 10, сервери – Linux подібні, Windows Server.

## 1.2 Аналіз сфер застосування систем відеоспостереження та способів їх реалізації

Системи відеоспостереження з можливістю ідентифікації особи на основі аналізу зображення її обличчя та інших біометричних показників широко використовуються у сфері громадської безпеки. Криміналісти можуть використовувати автоматизовані системи біометричної ідентифікації (ABIS) для порівняння різних типів біометрії [1]. Цей ринок очолюють системи призначені для боротьби зі злочинністю та тероризмом. Переваги систем розпізнавання обличчя для поліції очевидні і полягають у забезпеченні ефективності виявлення та запобігання злочинам. Розпізнавання обличчя використовується під час видачі документів, що посвідчують особу, і, найчастіше, у поєднанні з іншими біометричними технологіями, такими як відбитки пальців (запобігання шахрайству з особистими документами та крадіжці особистих даних). Приклад комплексного застосування таких технологій показано на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Система відеоспостереження у сфері біометричної ідентифікації

Зображення обличчя, що одержано завдяки системі відеоспостереження, використовується під час прикордонних перевірок для порівняння портрета в оцифрованому біометричному паспорті з обличчям власника. У 2017 році Фалес відповідав за постачання нових автоматизованих контрольних воріт для системи PARAFE (автоматизованого швидкісного переходу на зовнішніх кордонах) в аеропорту Руассі Шарля де Голля в Парижі [2]. Це рішення було розроблено для сприяння переходу від розпізнавання відбитків пальців до розпізнавання обличчя протягом 2018 року. Біометрія обличчя також може застосовуватися при поліцейських перевірках, хоча її використання суворо контролюється в Європі.

У 2016 році "людину в капелюсі", відповідальну за терористичні атаки в Брюсселі, встановили завдяки програмному забезпеченню ФБР та системі відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя [3]. Поліція Південного Уельсу реалізувала це на фіналі Ліги чемпіонів УЄФА у 2017 році.

Безпілотники, в поєднанні з камерами, можуть забезпечити розпізнавання обличчя, що застосовується на великих площах під час масових заходів. За даними журналу Keesing Journal of Documents and Identity від червня 2018 року, деякі системи безпілотних літальних апаратів можуть нести 10-кілограмовий об'єктив камери, який може ідентифікувати підозрюваного на відстані від 800 метрів та з висоти до 100 метрів.

Системи відеоспостереження з розпізнаванням обличчя можуть покращити ефективність виконання заходів громадської безпеки (рис. 1.1).

Конкретними прикладами застосування систем відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя у сфері забезпечення безпеки є:

- пошук зниклих дітей та дезорієнтованих дорослих.
- виявлення та знаходження дітей, працю яких незаконно експлуатують
- виявлення та відстеження злочинців.
- підтримка та прискорення розслідувань.

Системи відеоспостереження з розпізнаванням обличчя можуть значно прискорити зусилля операторів у процесі пошуку дітей шляхом завантаження у

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систему фотографії, наданої батьками, та порівняння її з попередніми появами цього обличчя, зафіксованого на відео. Поліція може використовувати розпізнавання обличчя для пошуку відеопослідовностей (відомих також як відеоаналітика) передбачуваного місцезнаходження та часу, коли дитину визнано зниклою безвісти. Ефективність впровадження таких систем підтверджується тим фактом, що поліція Делі використовувала систему розпізнавання обличчя для відстеження 3000 зниклих дітей за 4 дні. Функція попередження в режимі реального часу створює сигнал тривоги у випадку збігу фото та обличчя у кадрі відеопотоку. Такий самий процес виявлення та відстеження застосовується при пошуці дезорієнтованих зниклих дорослих (наприклад, при деменції, амнезії, епілепсії або хворобі Альцгеймера).

Системи відеоспостереження є ефективним засобом ідентифікації особи при перетині кордону. Приклад схеми організації такої системи наведено на рис. 1.2.

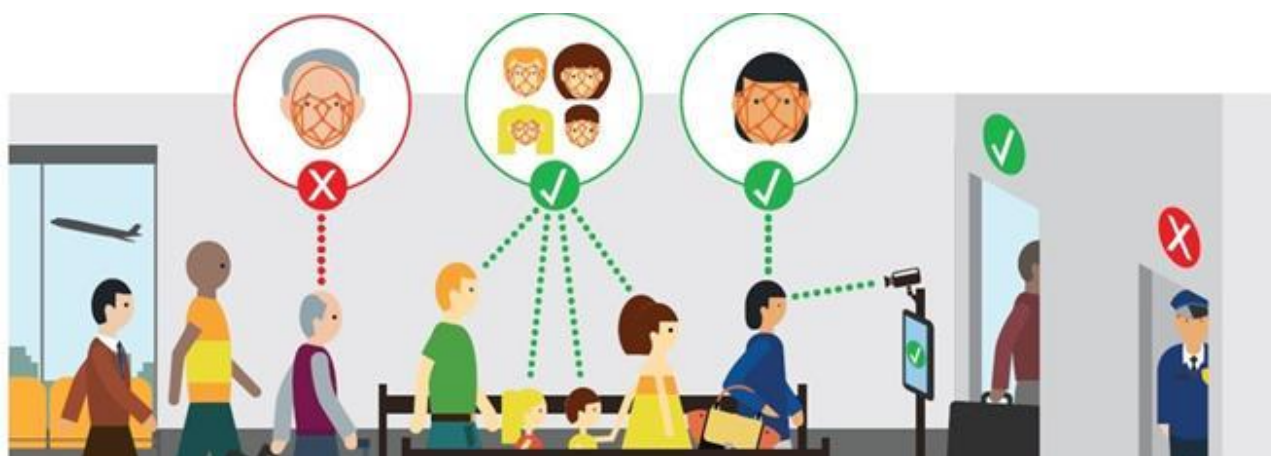


Рисунок 1.2 – Процес ідентифікації осіб при перетині кордону

Важливу роль технології відеофіксації з функцією розпізнавання обличчя відіграють у сфері охорони здоров'я, що підтверджується значними успіхами завдяки застосуванню технологій глибокого машинного навчання та аналізу обличчя пацієнта (рис. 1.3.).



Рисунок 1.3 – Застосування технологій аналізу обличчя у медичній сфері

Завдяки технологіям глибокого машинного навчання та аналізу обличчя, згідно [4], вже можна:

- точніше відстежувати вживання пацієнтом ліків;
- виявити генетичні захворювання, такі як синдром ДіГеорджа, із показником успіху 96,6% ;
- підтримка процедур управління болем.

Сфера банківської діяльності також використовує системи, що дають можливість розпізнавати справжність особи за її обличчям. Це підтверджується тим фактом, що близько 64% усіх відкритих рахунків через Інтернет у другому кварталі 2020 року США використовували систему виявлення реальності обличчя з відеопотоку і лише 36% рахунків бути відкритими оффлайн у відділеннях банку [4]. Пандемія прискорила динаміку дистанційного обслуговування клієнтів, оскільки більшість відділень тимчасово закриті. Крім того, збільшення використання мобільних пристроїв спонукає компанії зосередитись на їхній функціональності та розробити цілком зручний сервіс відеотрансляції з можливістю ідентифікації обличчя. Під час процесу селфі, щоб уникнути шахрайства із використанням статичного зображення, технологія відеоспостереження з можливістю розпізнавання обличчя повинна забезпечувати виявлення справжності особи (оживлення). Виявлення бадьорості доводить, що зроблене селфі згенеровано живою людиною.

Пристаюуючись до поточних уподобань споживачів, фінансові установи (ФІ) інвестують у цифровий прийом клієнтів через мережу Інтернет та мобільні канали.

Розпізнавання обличчя з виявленням його реальності спрощує он-лайн приєднання та процедури «знай свого клієнта» (KYC – know your client). За даними Forbes, цифрове відкриття рахунку (DAO) було найпопулярнішою технологією в банківській справі третій рік поспіль [5].

Близько 80% усіх фінансових установ продовжують впроваджувати нові системи DAO у 2020 та 2021 роках або вдосконалюють існуючі [5]. Ця важлива тенденція поєднується з останніми маркетинговими досягненнями у взаємодії з клієнтами. Розміщуючи камери в торгових точках, тепер можна аналізувати поведінку покупців та вдосконалювати процес покупки клієнтів. Як і система, нещодавно розроблена Facebook, співробітники відділу продажів отримують інформацію про клієнтів, взяту з їхніх профілів у соціальних мережах, для отримання кваліфікованих відповідей. Американський універмаг Saks Fifth Avenue вже використовує таку систему. Повідомляється, що магазини Amazon Go також використовують подібний сервіс. З 2017 року американський король смаженої курятини KFC та китайський роздрібний та технологічний гігант Alibaba випробовують рішення щодо оплати розпізнавання обличчя у китайському Ханчжоу.

У змаганні за біометричні інновації конкурують кілька проектів.

Такі технологічні компанії, як Google, Apple, Facebook, Amazon і Microsoft (GAFAM) ведуть інтенсивні дослідження у сфері виявлення образів з відео потоку. Усі веб-гіганти програмного забезпечення тепер регулярно публікують свої теоретичні відкриття у галузі штучного інтелекту, розпізнавання зображень та аналізу обличчя, щоб якомога швидше вдосконалити прикладні сервіси для різних сфер застосування.

Алгоритм GaussianFace, розроблений у 2014 році дослідниками з Китайського університету у Гонконгу [5], досяг точності 98,52% при ідентифікації об'єктів відеопотоку у порівнянні з точністю 97,53% при

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розпізнаванні образів людьми. Однак для досягнення такої точності необхідне застосування значних апаратних ресурсів, зокрема оперативної пам'яті, процесорних ядер, дискового простору.

У 2014 році Facebook анонсував свій сервіс DeepFace, що дозволяє зробити висновок про те, чи належать порівнювані обличчя одній і тій самій людині, із рівнем точності 97,25% [5]. Відтворюючи той самий тест, люди відповідають правильно у 97,53% випадків, тобто лише на 0,28% краще проводять розпізнавання, ніж програма Facebook [5].

У червні 2015 року Google створив сервіс FaceNet. На загально використуваному наборі даних «Розмічені обличчя у дикій природі» (Labeled Face Wild – LFW) FaceNet досягнув нового рекорду точності 99,63% ( $0,9963 \pm 0,0009$ ) [5]. Використовуючи штучну нейронну мережу та новий алгоритм, компанії з Маунтін-В'ю вдалося пов'язати обличчя зі своїм власником з майже ідеальними результатами. Ця технологія вбудована у сервісі Google Photos і використовується для сортування зображень та автоматичного їх маркування на основі бази даних відомих зображень людей.

Підтвердивши свою важливість у біометричній сфері в Інтернеті з'явилась неофіційна версія з відкритим кодом FaceNet, відома як OpenFace.

Дослідження, проведене дослідниками МІТ у лютому 2018 року, показало, що інструменти Megvii (FACE ++), що базуються на технологіях Microsoft, IBM та китайської розробки, містили високий рівень помилок при виявленні темношкірих жінок у порівнянні зі світлішими чоловіками.

Наприкінці червня 2018 року Microsoft повідомила у своєму дописі в блозі, що істотно вдосконалила свою технологію розпізнавання обличчя.

У травні 2018 року Ars Technica повідомила, що Amazon вже активно просуває свою службу розпізнавання облич, що базується на хмарних сервісах, під назвою Rekognition для правоохоронних органів. Рішення може розпізнати до 100 людей на одному зображенні і може виконати зіставлення обличчя з базами даних, що містять десятки мільйонів облич.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Наприкінці травня 2018 року Дирекція науки і технологій національної безпеки США опублікувала результати випробувань у випробувальному центрі штату Меріленд (MdTF). Ці реальні тести розраховали ефективність роботи 12 систем розпізнавання обличчя в коридорі розміром 2 м на 2,5 м. Рішення Thales за допомогою програмного забезпечення для розпізнавання обличчя (LFIS) досягло чудових результатів із коефіцієнтом ідентифікації особи 99,44% менш ніж за 5 секунд, а коефіцієнт справжньої ідентифікації продавця – 98% менш, ніж за 5 секунд у порівнянні із середнім показником 66% [6]. Також було досягнуто коефіцієнта відхилення на рівні 1% у порівнянні із середнім показником 32% [6].

Таким чином, у результаті аналізу технічного завдання на проектування системи відеоспостереження визначено особливості та вимоги щодо необхідного апаратно-технічного забезпечення, програмного комплексу та проведено аналіз існуючих рішень і сфер застосування розумних сервісів для розпізнавання обличчя.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРА ТА АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

### 2.1 Аналіз типових архітектур і проектування структури прототипу системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Як було зазначено у першому розділі кваліфікаційної роботи, під системою відеоспостереження, згідно [1], розуміють апаратно-програмний комплекс, що забезпечує одержання відеоінформації про стан об'єкту в режимі реального часу на основі збору, опрацювання та подальшого зберігання й архівування, а також проведення аналітики відеоданих.

Класичні системи відеоспостереження застосовують з метою моніторингу території, на якій розміщені матеріальні цінності, зокрема, стоянки для автомобілів, внутрішній відеонагляд у супермаркетах, складські приміщення та ін. Окрім цього, вони є ефективним інструментом спостереження за рухомими об'єктами та переміщенням товарів, наприклад на вокзалах, в офісах та промислових підприємствах.

Ще однією сферою застосування систем відеонагляду та відеоспостереження є моніторинг за прийняттям управлінських рішень при виконанні технологічних виробничих процесів у різних галузях.

При обґрунтуванні архітектури системи відеоспостереження та виборі необхідного обладнання, на практиці керуються наступними вартісними і якісними критеріями обладнання та функціональними задачами:

- ідентифікація особи, на основі заздалегідь відомих про неї даних – використовуються недорогі камери типу HD в комплексі з пристроями опрацювання відеоінформації Digital Video Recorder (DVR), що зумовлено безпосереднім розпізнаванням образів оператором системи на основі прямих і

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Янковська Н.В.</i>			<i>Архітектура та апаратне забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>					24	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						



непрямих ознак про особу, наприклад, форма одягу, тип ходи, габаритні розміри та ін.;

– ідентифікація невідомих осіб – передбачає використання відеокамер з роздільною здатністю від 1,3 до 2,0 мега пікселів або IP-відеокамер, технічних пристроїв опрацювання відео (HD чи NVR відео реєстраторів), оскільки існує необхідність розпізнати ознаки невідомих об'єктів, що в свою чергу вимагає більш чітких та контрастних відеоданих;

– детальна ідентифікація об'єктів – використовується у тих випадках, коли необхідно розпізнати деталі об'єкту, наприклад написи чи номерні знаки автомобілів, що передбачає застосування IP-відеокамер, які володіють роздільною здатністю на рівні не менше, ніж 3 мега пікселі, а система реєстрації та опрацювання відеопотоку оснащена відеореєстратором NVR або спеціального сервера інтелектуального аналізу зображень.

Зображення IP-відеокамери показано на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – IP-відеокамера

Важливими факторами при проектуванні та імплементації систем відеоспостереження є чіткі та однозначні вимоги щодо функцій і задач, які вона повинна виконувати. У такому випадку, спрощується узгодження потреб

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

замовника та інтегратора відеосистем і забезпечується підбір обладнання з врахуванням територіальних вимог при проектуванні фізичної та логічної топологій мережі відеоспостереження.

На відміну від систем замкнутого телебачення (ССТV), сучасні комплекси відеонагляду (рис. 2.2) взаємодіють із зовнішніми сервісами:

- мають можливість трансляції відео з використанням мережі Інтернет;
- забезпечують можливість моніторингу об'єктів нагляду;
- забезпечують зберігання відеоінформації;
- здійснюють опрацювання відеопотоку із використанням інтелектуальних алгоритмів розпізнавання образів;
- володіють здатністю багатокористувацького паралельного доступу до відео даних;
- забезпечують авторизацію користувачів для доступу до камер в режимі реального часу;
- мають можливість в ізольованому автоматичному прийнятті рішення щодо управління об'єктами.

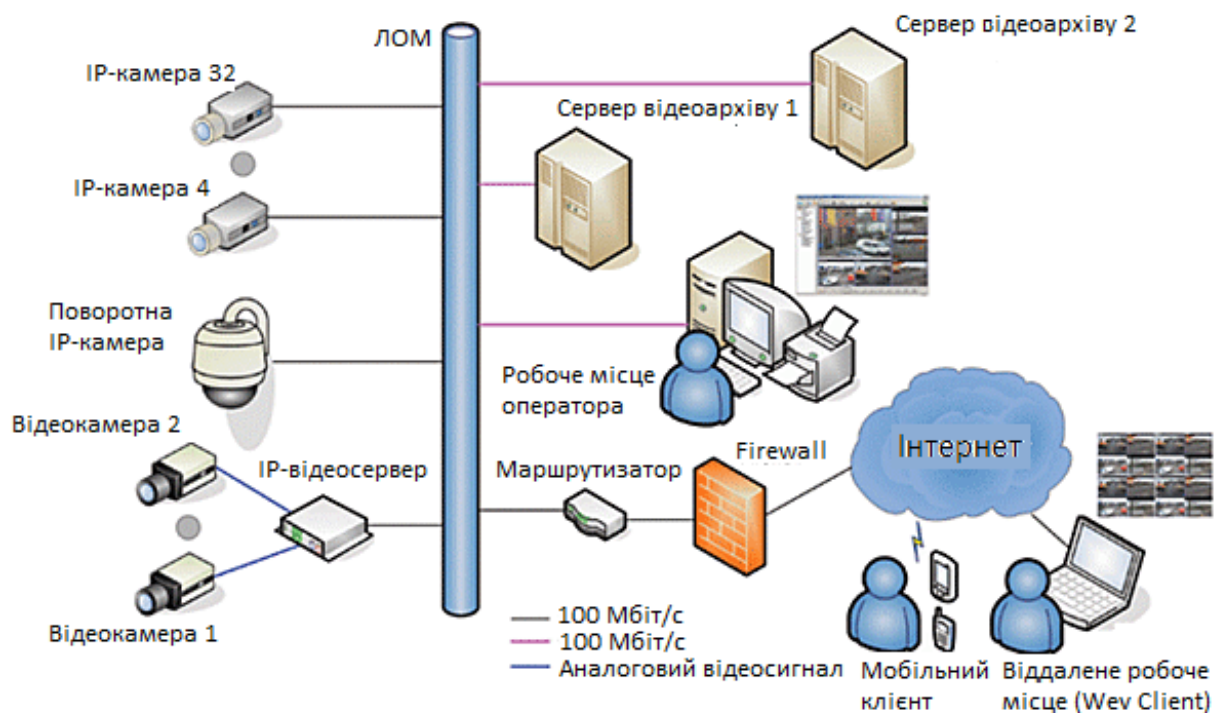


Рисунок 2.2 – Інтеграція систем відеоспостереження із зовнішніми пристроями та сервісами

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ

Арк.

26

Типова архітектура системи локального відеонагляду з можливістю доступу до мережі Інтернет наведена на рис. 2.3.

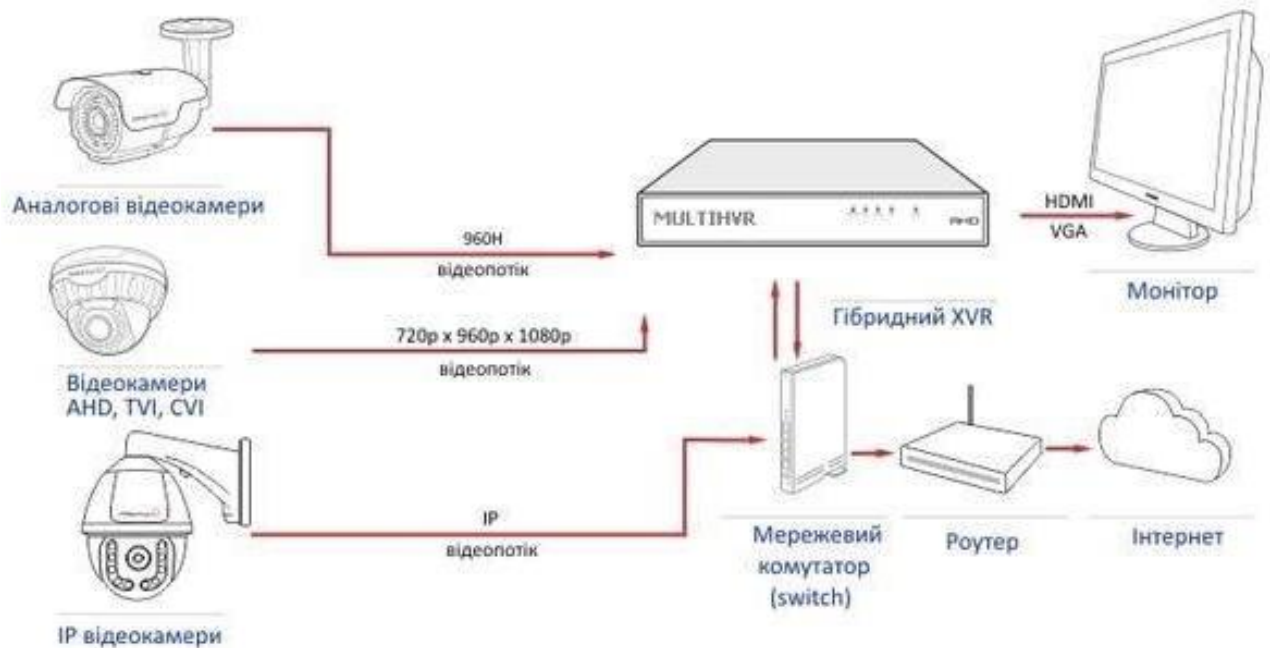


Рисунок 2.3 – Архітектура системи локального відеонагляду

Теперішні комп'ютеризовані системи відеомоніторингу проектуються з врахуванням особливостей цифрових відеокамер та NVR-пристроїв або серверних комплексів з відповідним прикладним програмним забезпеченням. Як технічні засоби відтворення відео може використовуватись будь-яке обладнання, що має дисплей, зокрема, планшети, настільні ПК, мобільні телефони, телевізори та ін. Для зберігання та аналізу відео все частіше починають застосовуватись хмарні технології, що пов'язано із повільним, однак зниженням, вартості використання апаратних ресурсів.

При модернізації існуючих систем відеоспостереження доцільно змінювати аналогові відеокамери на камери, що підтримують технології HD та FHD, а також систему передачі даних на основі коаксіального кабелю. В такому випадку значно зростає якість зображення у відеотрансляції, що може коливатися в межах від 2 до 8 МП (у випадку аналогових відеокамер – 0,3 Мп).

До складу апаратного забезпечення класичної системи відеоспостереження, що не залежить від чи належить вона до аналогового, цифрового чи гідридного типу, входять:

- відеокамери – пристрої, що виконують функції збору відео у реальному часі;
- обладнання для опрацювання та запису відео (відеореєстратори);
- модулі для захоплення відео;
- сервер для зберігання та аналізу відеоданих;
- обладнання та програмне забезпечення для архівації, одержаних даних;
- пристрої відображення (дисплеї).

Основне завдання камери у системі відеоспостереження полягає у створенні відповідного сигналу під впливом світлового потоку, який передається через лінзу об'єктиву і попадає на матрицю CCD (charge-coupled device). В сучасних умовах все частіше використовуються відеокамери, які дозволяють транслювати кольорове зображення з функцією переходу до монохромного режиму.

Комплекс пристроїв опрацювання та зберігання даних включає в себе модуль захоплення відео та сервери, які дають змогу:

- отримувати дані від декількох камер;
- проводити аналіз потоків відео;
- зберігати дані у визначеному відеоформаті;
- транслювати відео на пристрої виводу (дисплеї);
- забезпечувати можливість віддаленого доступу через мережу Інтернет;

При зберіганні відеоінформації на серверах можна використовувати жорсткі типи різних типів, або їх об'єднання в RAID-масиви, що забезпечує надійність функціонування системи відеонагляду чи відеоспостереження. Доцільним є використання жорстких дисків з високою швидкістю запису і зчитування, зокрема SSD.

Для перегляду відеотрансляції можна використовувати апаратні дисплейні монітори різних типів або допомогою браузерів чи спеціалізованих програмних додатків. Окрім цього, більшість систем відеоспостереження дозволяють забезпечувати налаштування параметрів та відеотрансляції під операційні

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

системи Android та iOS, що є зручно в теперішніх умовах розвитку інформаційних технологій.

У кваліфікаційній роботі проектується прототип комп'ютеризованої системи відеоспостереження, який пропонується виконати на основі модуля ESP32-CAM, камерою з роздільною здатністю 2 Мп. При цьому запропоновано архітектуру системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя, як показано на рис. 2.3.

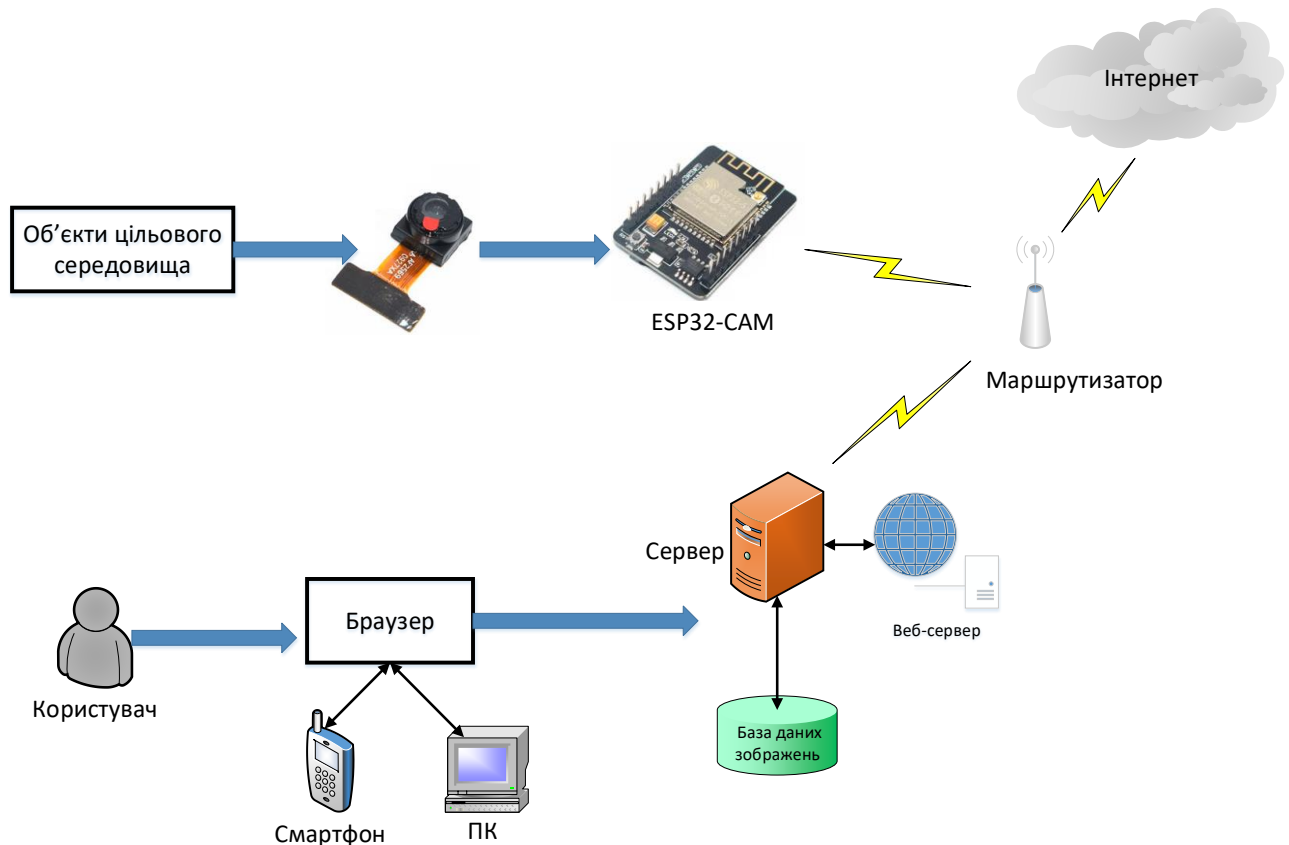


Рисунок 2.3 – Архітектура системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Як видно з архітектури, приведеної на рис. 2.3, основними структурними компонентами системи відеоспостереження є:

- відеокамера – використовується для захоплення зображення;
- модуль ESP32-CAM – забезпечує опрацювання і передачу інформації, а також має зв'язок з сервером та мережею Інтернет;

- сервер – призначений для зберігання відеоінформації на якому розгорнуто веб-сервер та базу даних зображень облич;
- пристрої відображення відеоінформації (смартфон, персональний комп'ютер) – забезпечують доступ до модуля через браузер, який має доступ до web-сервера.

Така архітектура дає змогу одержати доступ до відеоконтенту в режимі реального часу та забезпечити функцію розпізнавання обличчя. Наступний крок полягає в налаштуванні параметрів апаратного забезпечення та аналізу їх технічних характеристик.

## 2.2 Обґрунтування вибору модуля ESP32-CAM та аналіз його технічних характеристик

ESP32-CAM представляє собою невеликий модуль на основі чіпу ESP32-S з підтримкою камери, який коштує приблизно 10 доларів. Окрім камери OV2640 та декількох GPIO для підключення периферійних пристроїв, даний модуль також має слот для карт microSD, що можна використати для зберігання зображень, зроблених камерою, або для зберігання файлів для обслуговування клієнтів. На рис. 2.4 показано ESP-32.

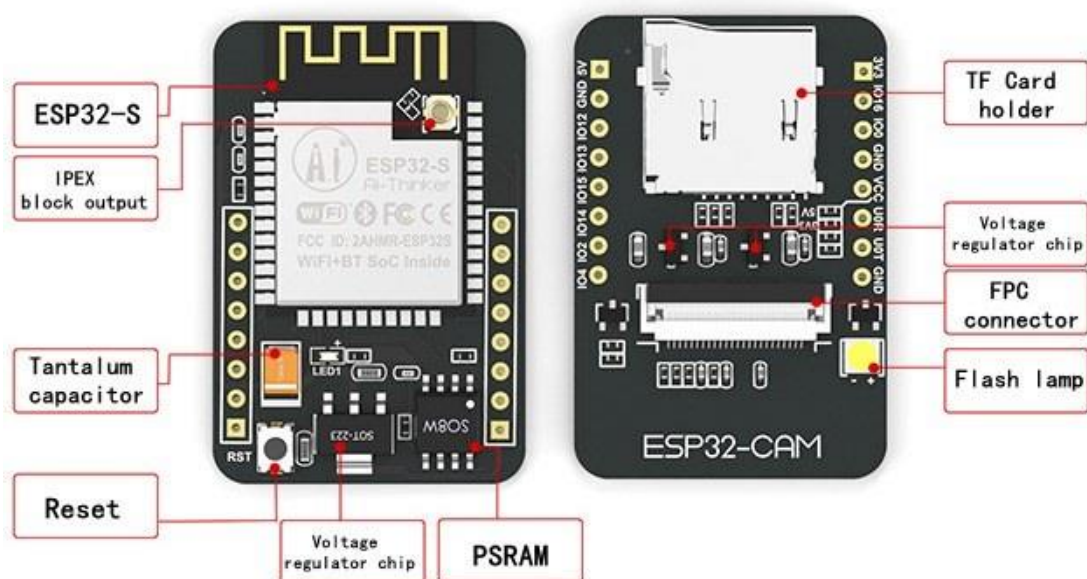


Рисунок 2.4 – Модуль ESP32-CAM

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Основними технічними характеристиками даного модуля є характеристики, які наведені у табл .2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ESP32-CAM

№ з/п	Технічна характеристика	Опис
1.	Модуль безпроводного доступу	ESP32-S WiFi 802.11 b/g/n + Bluetooth
2.	Зовнішнє сховище	Слот з підтримкою карт мікро-SD з об'ємом до 4 ГБ
3.	Підтримка камер	OV2640 або OV7670
4.	Формат зображення	JPEG (тільки OV2640) BMP Відтінки сірого
5.	Наявність спалаху	Світлодіодний спалах
6.	Контакти	16 з інтерфейсами: – UART, – SPI, – I2C, – PWM
7.	Напруга живлення	5 В
8.	Споживана потужність	Спалах вимкнений - 180 мА Спалах увімкнений – 310 мА Глибокий сон - 6 мА Неглибокий сон - 6,7 мА
9.	Габаритні розміри	40,5 x 27 x 4,5 мм
10.	Температурний діапазон	робочий: 20 – 85 °С зберігання: -40 - 90 °С при 90% відносної вологості

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ

Арк.

31



На рис. 2.5 показано виводи ESP32-CAM.



Рисунок 2.5 – Виводи ESP32-CAM

Як видно з рис. 2.5 ESP32-CAM містить три виводи GND (земля) і два виводи для живлення: 3,3 В або 5 В. GPIO 1 і GPIO 3 є послідовними виводами, які використовуються для завантаження програмного коду (прошивки).

Крім того, GPIO 0 також відіграє важливу роль, оскільки він визначає чи перебуває ESP32 у режимі включеного спалаху чи ні. Коли GPIO 0 підключений до GND, то модуль перебуває у режимі увімкненого спалаху камери. Решту виводів внутрішньо підключені до пристрою для зчитування карток microSD і наведені у табл. 2.2.:

Таблиця 2.2 – Підключення виводів до microSD

Номер виводу	Призначення
GPIO 14	CLK
GPIO 15	CMD
GPIO 2	Дані 0
GPIO 4	Дані 1 (підключені до світлодіода)
GPIO 12	Дані 2
GPIO 13	Дані 3



Повний опис з'єднання виводів модуля з камерою та SD-карткою показано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – З'єднання ESP32 з камерою та SD-карткою

Камера	ESP32	SD-картка	ESP32
D0	PIN 5	CLK	PIN 14
D1	PIN 18	CMD	PIN 15
D2	PIN 19	DATA0	PIN 2
D3	PIN 21	DATA1/flash	PIN 4
D4	PIN 36	DATA2	PIN 12
D5	PIN 39	DATA3	PIN 13
D6	PIN 34		
D7	PIN 35		
XCLK	PIN 0		
PCLK	PIN 22		
VSYNC	PIN 25		
HREF	PIN 23		
SDA	PIN 26		
SCL	PIN 27		
POWER PIN	PIN 32		

У табл. 2.4 представлено технічні характеристики запропонованого модуля в залежності від показників навколишнього середовища.

Таблиця 2.4 – Залежність технічних характеристик від середовища експлуатації

Середовище експлуатації		Мінімальне значення	Робоче значення	Максимальне значення	Одиниці вимірювання
Робоча температура	/	-40	20	85	С <sup>0</sup>

Середовище експлуатації		Мінімальне значення	Робоче значення	Максимальне значення	Одиниці вимірювання
Напруга живлення	VDD	4,7	5	5,3	В

Значення вхідної та вихідної потужності модуля ESP32-CAM наведено у вигляді табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Значення технічних характеристик потужності

	Мінімальне значення	Робоче значення	Максимальне значення	Одиниці вимірювання
Вхідна частота	2412	-	2484	МГц
Значення вхідного опору	-	50	-	Ом
Значення вхідного відбиття	-	-	10	дБ
Значення вихідної абсолютної потужності				дБм

Значення характеристик вбудовано радіопередавача модуля ESP32-CAM показано у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристики радіопередавача

	Стан	Мін. значення	Робоче значення	Макс. значення	Од. виміру
Потужність радіопередавача	-	-	+7,5	+10	дБм

	Стан	Мін. значення	Робоче значення	Макс. значення	Од. виміру
Частотний діапазон регулювання потужності	-	-	25	-	дБ
Потужність каналів передавача	$F=F_0+1\text{МГц}$	-	-14,6	-	дБм
	$F=F_0-1\text{МГц}$	-	-12,7	-	дБм
	$F=F_0+2\text{МГц}$	-	-44,3	-	дБм
	$F=F_0-2\text{МГц}$	-	-38,7	-	дБм
	$F=F_0+3\text{МГц}$	-	-49,2	-	дБм
	$F=F_0-3\text{МГц}$	-	-44,7	-	дБм
	$F=F_0+>3\text{МГц}$	-	-50	-	дБм
	$F=F_0->3\text{МГц}$	-	-50	-	дБм

Таким чином, враховуючи технічні характеристики модуля ESP-32 його вибір для реалізації комп'ютеризованої системи відеоспостереження є цілком обґрунтованим, оскільки дає змогу забезпечити реалізацію функціональних вимог, наведених у технічному завданні.

### 2.3 Характеристики камери OV2640

Відеокамера важлива складова комп'ютеризованої системи відеоспостереження, оскільки від її характеристик залежить якість розпізнавання облич у відеопотоці.

У комплекті з ESP32-CAM іде камера OV2640, що дозволяє здійснювати захоплення образів з роздільною здатністю 2 Мп, що цілком достатньо для вирішення поставлених у технічному завданні вимог.

Характеристики OV2640 наведено у табл. 2.7.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики OV2640

№	Характеристика	Опис
1.	Роздільна здатність	UXGA 1600*1200
2.	Напруга живлення	Основне живлення – 1,3 VDC±5% Аналогове – 2,5-3,0VDC Входу/виходу – 1,7-3,3 V
3.	Споживана потужність у режимі використання	125мВт , 15 fps, UXGA YUV режим 140мВт – для 15 fps, UXGA режим компресії
4.	Споживана потужність (stand by)	600 $\mu$ A
5.	Основний температурний режим	0-50 C <sup>0</sup>
6.	Вихідні формати (8-біт)	YUV (422/420)/YCbCr422 RGB565/555 8-бітні стиснуті дані 8/10-бітні Raw RGB дані
7.	Розмір лінзи	1/4"
8.	Основний кут	25 <sup>0</sup>
9.	Максимальна швидкість передачі зображення	UXGA/ sXGA – 15fps SVGA – 30 fps CIF – 60 fps
10.	Чутливість	0,6 В/Лк-с
11.	Співвідношення сигнал/шум	40дБ
12.	Режим сканування	Прогресивний
13.	Максимальний режим експозиції	1247*trow
14.	Гамма корекція	Програмована
15.	Розмір пікселів	2,2 $\mu$ m*2,2 $\mu$ m
16.	Фіксований шум	<1%
17.	Площа зображення	3590 $\mu$ m*2684 $\mu$ m

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ

Арк.

36

Функціональна схема відеокамери OV2640 показана на рис. 2.6, а зовнішній вигляд з виводами наведено на рис. 2.7.

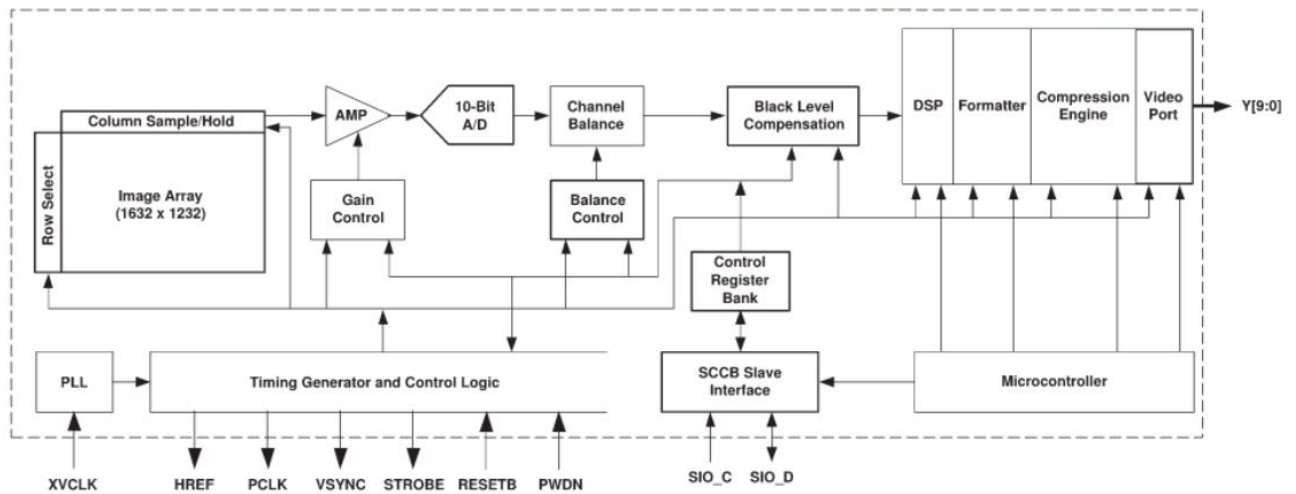


Рисунок 2.6 – Функціональна схема камери OV2640



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд камери OV2640

У відеокамеру OV2640 інтегрований 8-розрядний мікроконтролер з 512-байтовою пам'яттю даних та програмною пам'яттю 4 КБ. Це забезпечує гнучкість декодування команд протоколу від хоста для управління системою, а також можливість точної настройки якості зображення.

Для організації стиснення зображення входить три основних блоки:

- DCT;

- QZ;
- ентропійний енкодер.

На рис. 2.8 представлено діаграму двигуна стиснення зображення.

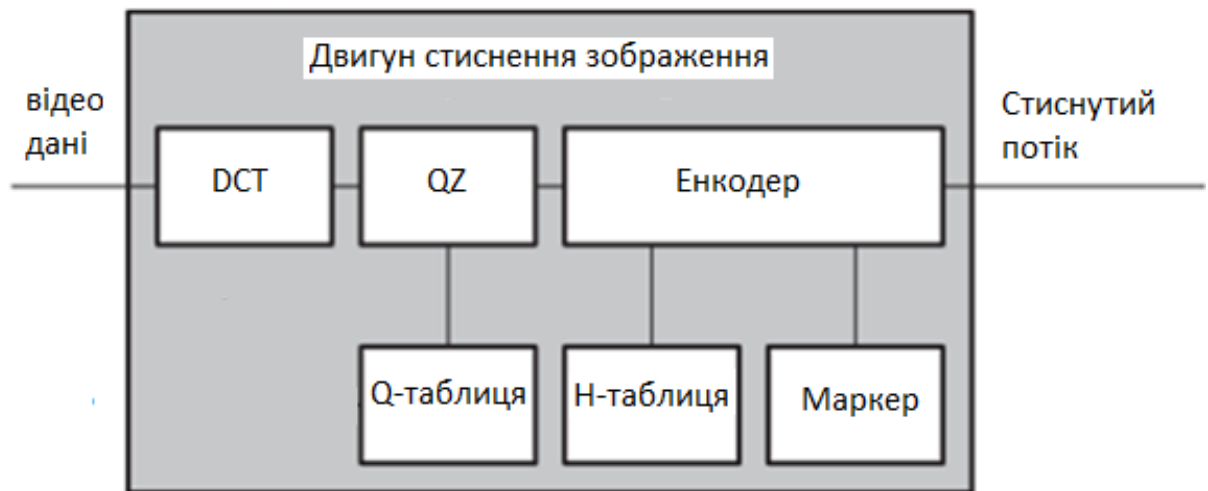


Рисунок 2.8 – Діаграма двигуна стиснення зображення

Таким чином, обгрунтовано вибір ESP32-CAM та камери OV2640 для проектування системи відеоспостереження.

#### 2.4 Проектування схеми системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Практичне застосування системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя можна реалізувати при ідентифікації особи для розблокування чи блокування замка дверей. Для цього пропонується до складу апаратного забезпечення включити електромагнітний замок та модуль реле.

Електромагнітний замок працює на основі електронно-механічного блокувального механізму. Цей тип замків має затвор зі скошеним вирізом і хороший монтажний кронштейн. Коли подається живлення, постійний струм створює магнітне поле, яке переміщує механізм блокування всередину і утримує двері в незамкненому положенні. Цей механізм буде зберігати своє положення, доки живлення не буде вимкнено. Коли живлення відключено, механізм

блокування рухається назовні і замикає двері. Він не використовує жодної енергії в заблокованому стані. Для керування соленоїдним замком потрібне джерело живлення, яке може подавати 12 В при 500 мА. На рис. 2.9 показано електромагнітний замок.

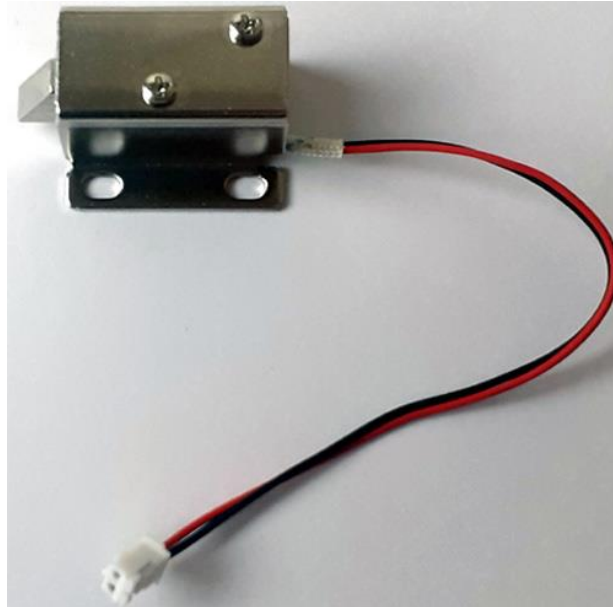


Рисунок 2.9 – електромагнітний замок

Схема комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя наведено на рис. 2.10.

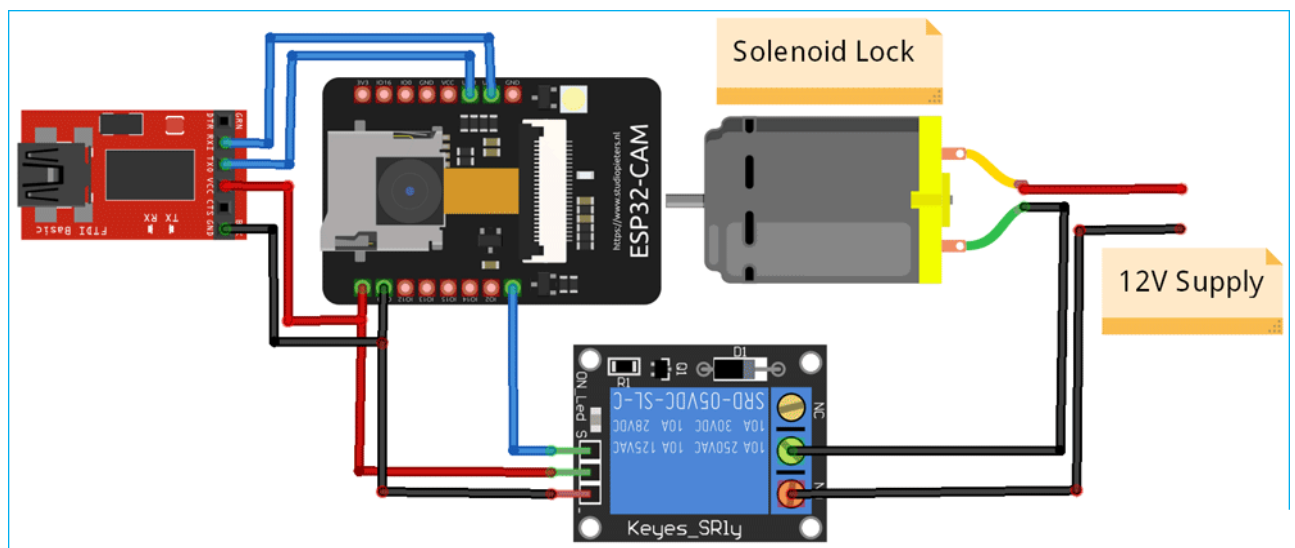


Рисунок 2.10 – Схема компонентів системи відеоспостереження та контролю електромагнітним замком

Схема, наведена на рис. 2.10, передбачає з'єднання модуля ESP32-CAM з платою FTDI, модулем реле та електромагнітним замком. Плата FTDI використовується для запису програмного коду у ESP32-CAM, оскільки вона не має USB-роз'єму, тоді як модуль реле використовується для включення та вимикання блокування електромагнітного замка. Виводи VCC та GND плати FTDI та модуля реле підключені до виводу VCC та GND ESP32-CAM.

TX і RX контакти плати FTDI підключені до RX і TX ESP32, а вивід IN релейного модуля підключений до IO4 ESP32-CAM. У табл. 2.8 наведено з'єднання виводів компонентів схеми системи відеоспостереження та контролю електромагнітним замком.

Таблиця 2.8 – Схема з'єднання програматора FTDI та ESP32-CAM

ESP32-CAM	FTDI Board
5V	VCC
GND	GND
UOR	TX
UOT	RX

Таблиця 2.9 – Схема з'єднання реле та ESP32-CAM

ESP32-CAM	Relay Module
5V	VCC
GND	GND
IO4	IN

Візуальне представлення схеми з'єднання ESP32-CAM та програматора FTDI показано на рис. 2.11.



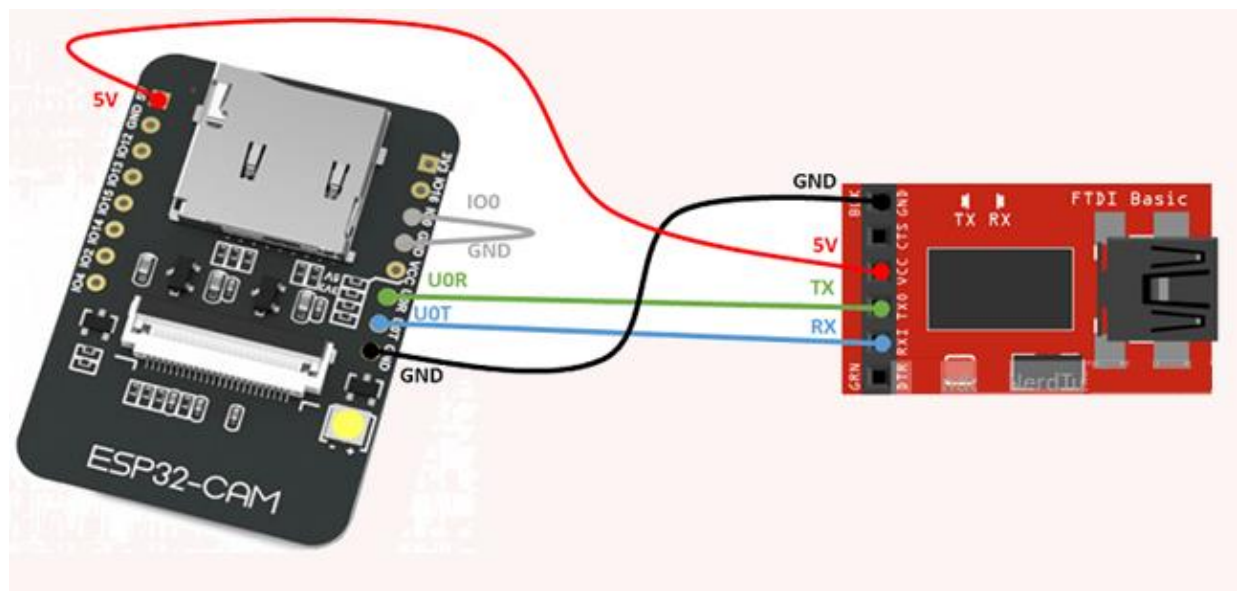


Рисунок 2.11 – З'єднання програматора з ESP32-CAM

Для завантаження програмного коду в ESP32-CAM у середовищі Arduino IDE необхідно виконати наступні дії:

- у меню «Інструменти» → «Дошка» обрати AI-Thinker ESP32-CAM;
- перейти до меню «Інструменти» → «Порт» вибрати COM-порт, до якого підключений ESP32;
- натиснути кнопку завантаження коду.
- після відображення процесу завантаження у вікні налагодження (рис. 2.12) натиснути кнопку RST ESP32-CAM.

```
esptool.py v2.6-beta1
Serial port COM10
Connecting.....
```

Рисунок 2.12 – Процес завантаження програмного коду

Реалізація повністю спроектованої схеми комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя для керування електромагнітним замком показана на рис. 2.13.

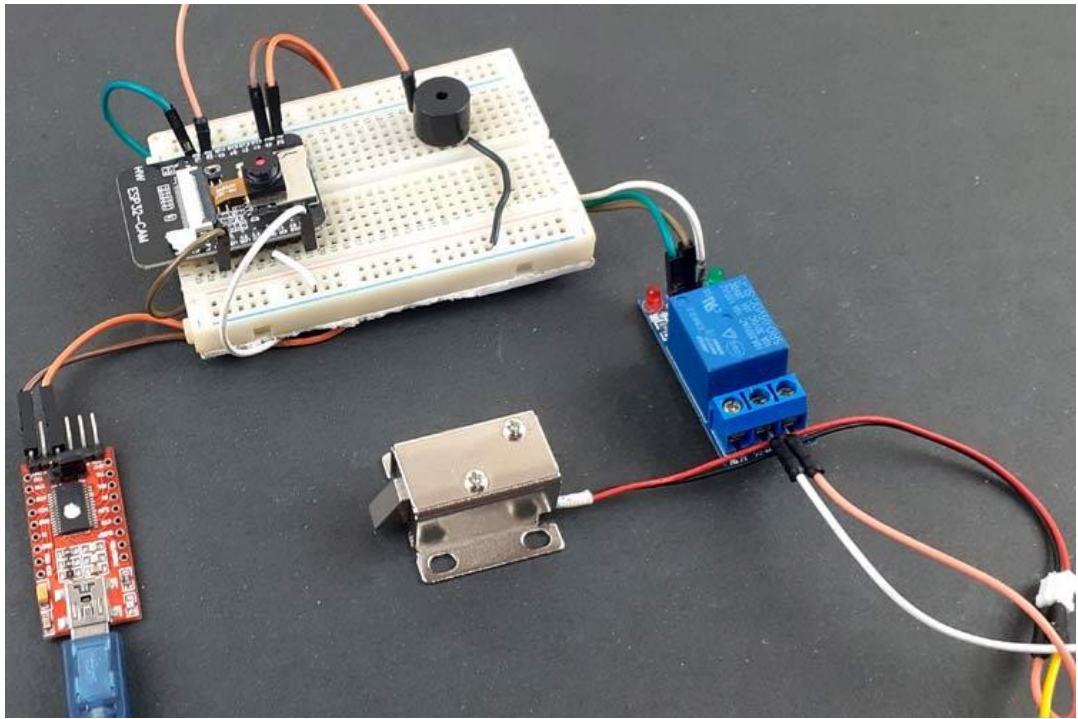


Рисунок 2.13 – Схема комп'ютеризованої системи відеоспостереження

У результаті виконання даного розділу кваліфікаційної роботи бакалавра одержано наступні результати:

- проведено аналіз існуючих рішень та спроектовано архітектуру комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя
- обгрунтовано застосування модуля ESP32-CAM, як базового компонента комп'ютерної системи та проаналізовано його технічні характеристики
- обгрунтовано застосування камери OV2640, як засобу одержання відеозображення та проведено аналіз її структурних елементів
- спроектовано схему комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя для керування електромагнітним замком
- наведено принцип та алгоритм запису програмного коду в ESP32-CAM за допомогою програматора FTDI та середовища Arduino IDE.

Наступний розділ присвячений розробці системного програмного забезпечення та побудові і реалізації моделі інтелектуального розпізнавання обличчя.

## РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

### 3.1 Проектування алгоритму та реалізація системного програмного забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження

Побудова алгоритму роботи комп'ютерної системи є важливим елементом проектування, оскільки дозволяє чітко зрозуміти, які функції повинні виконуватися і в якому порядку.

На основі спроектованої у розділі 2 схеми комп'ютеризованої системи, порядок виконання функцій при веденні відеоспостереження та керування електромагнітним замком передбачає виконання наступних кроків:

1. Електромагнітний замок за замовчуванням повинен перебувати у стані «замкнений».
2. Виконується перевірка наявності рухомого об'єкту в об'єктиві камери.
3. Якщо виявлено рухомий об'єкт, виконується захоплення відео.
4. Із захопленого відео виділяються кадри і виконується пошук зони з обличчям людини.
5. Запускається алгоритм розпізнавання обличчя, що передбачає звернення до бази даних відомих зображень облич і виконується інтелектуальне розпізнавання (порівняння зображень).
6. У випадку, коли зображення, захоплене з камери, відповідає наявним у базі даних, виконується відмикання електромагнітного замка.
7. Встановлюється таймер 5 і після цього замок повертається у стан «замкнений».

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Янковська Н.В.</i>			<i>Розробка системного програмного забезпечення та побудова моделі інтелектуального розпізнавання обличчя</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>					43	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

На рис. 3.1 показано алгоритм роботи комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя та керування електромагнітним замком.

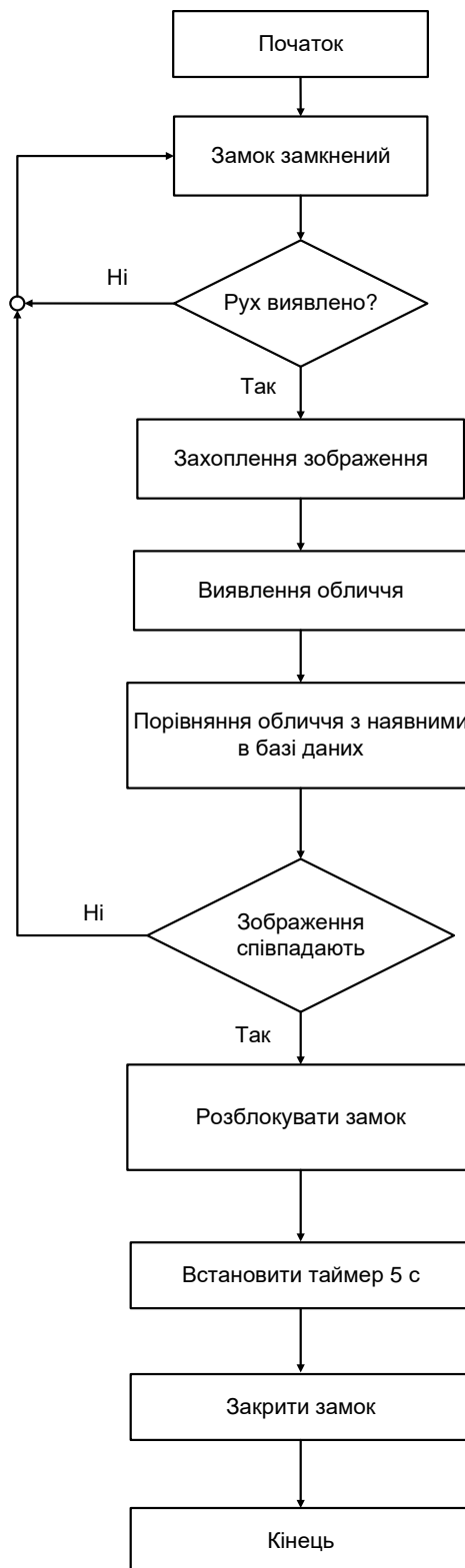


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Розробивши алгоритм роботи системи відеоспостереження далі необхідно провести налаштування параметрів апаратного забезпечення та реалізувати системне програмне забезпечення.

### 3.2 Інсталяція веб-сервера та бібліотеки для роботи з ESP32-CAM

Першим крок при реалізації системного програмного забезпечення є підключення бібліотеки у середовищі Arduino IDE для роботи з модулем ESP32-CAM. Для цього потрібно виконати дії, як показано на рис. 3.2, обравши пункт «Preferences».

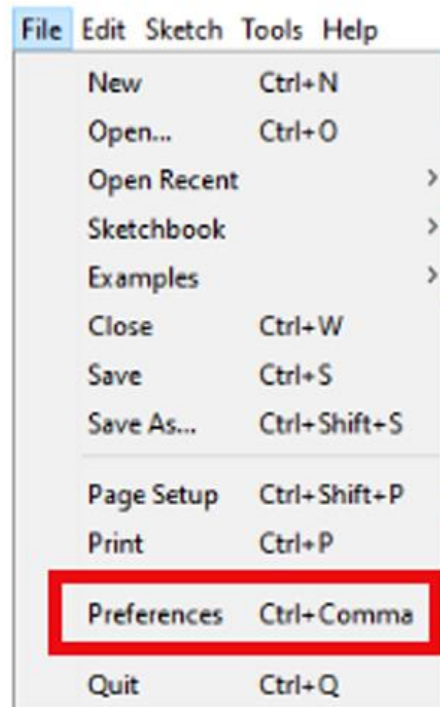


Рисунок 3.2 – Підключення бібліотеки ESP32-CAM з Arduino IDE

Після цього, у полі “Additional Board Manager URLs” необхідно ввести URL, як показано на рис. 3.3.

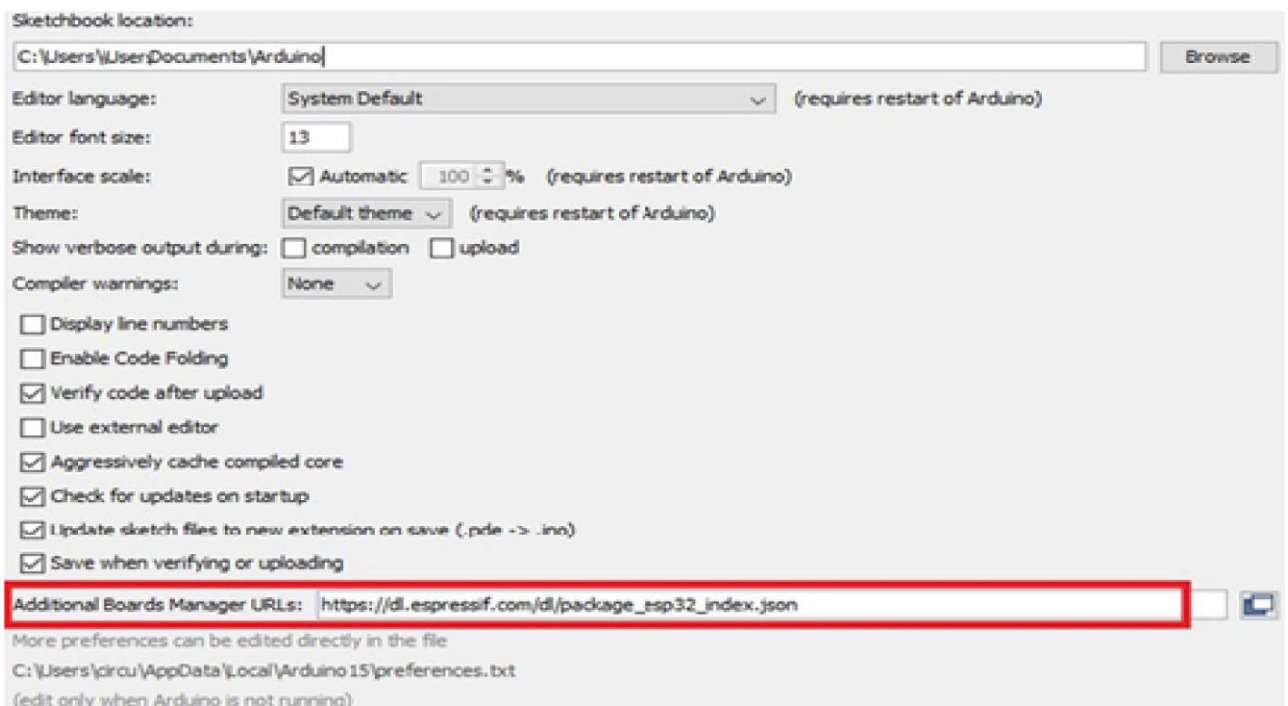


Рисунок 3.3 – Підключення бібліотеки ESP32-CAM з Arduino IDE

Після цього виконується підтвердження завантаження бібліотеки натиснення кнопки «Ок». Далі необхідно перейти у меню «Tools > Board > Boards Manager», як показано на рис. 3.4.

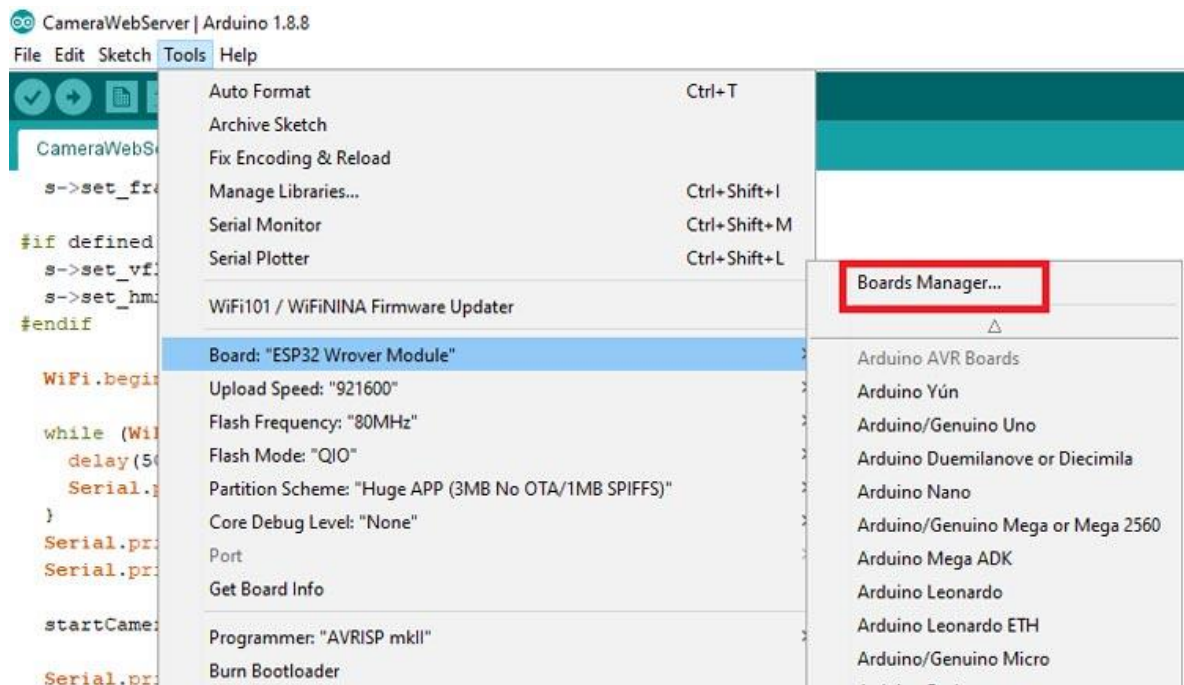


Рисунок 3.4 – Підключення бібліотеки ESP32-CAM з Arduino IDE

Обравши меню «Boards Manager» з'являється вікно, як наведено на рис. 3.4. для пошуку ESP32 та інсталяції «ESP32 by Espressif Systems».

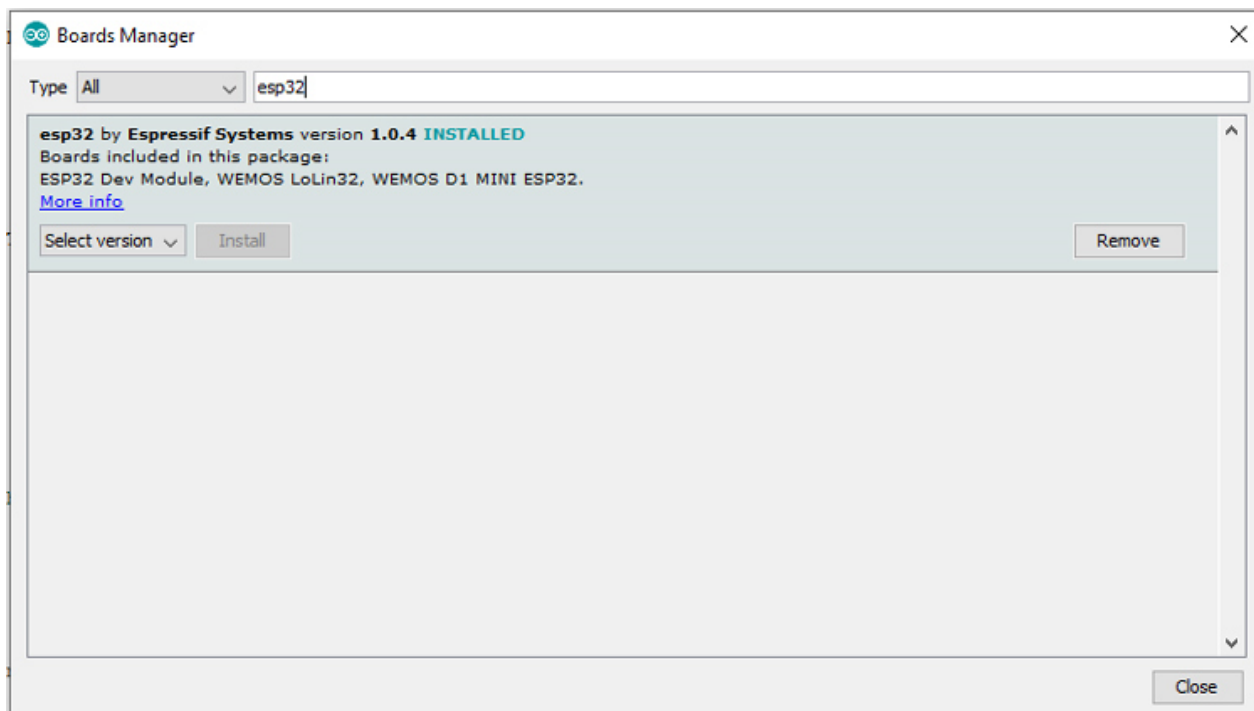


Рисунок 3.5 – Інсталяція “ESP32 by Espressif Systems”

Початок реалізації програмного коду починається з підключення бібліотек, як показано на рис. 3.6.

```
#include "esp_camera.h"  
#include <WiFi.h>  
#include "camera_pins.h"
```

Рисунок 3.6 – Підключення необхідних бібліотек

Далі необхідно закоментувати рядки коду для камер і режимів, які не будуть використовуватись при реалізації комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання. По замовчуванню у коді визначено п'ять різних моделей камер, однак у даному випадку буде використовуватись лише камера «CAMERA\_MODEL\_AI\_THINKER», як показано на рис. 3.7..



```
//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
//#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

Рисунок 3.7 – Підключення камери «CAMERA\_MODEL\_AI\_THINKER»

Після того, як виконано підключення необхідних бібліотек і камери, необхідно забезпечити доступ до локальної мережі та мережі Інтернет. Для цього потрібно визначити дві змінних, які будуть містити авторизаційні дані, зокрема назву точки доступу та пароль (рис. 3.8).

```
const char* ssid = "Wi-Fi Name";
const char* password = "Wi-Fi password";
```

Рисунок 3.8 – Оголошення змінних для доступу до мережі

Наступний крок полягає програмному визначенні виводу, куди підключається модуль реле. У даному випадку (рис. 3.9) буде використовуватись функція «`millis ()`» для повернення механізму блокування у початкове положення після успішного розпізнавання обличчя з інтервалом часу 5с.

```
#define relay 4
long prevMillis = 0;
int interval = 5000;
```

Рисунок 3.9 – Оголошення виводу реле та інтервалу блокування замка

Далі у функції `setup ()` потрібно ініціалізувати послідовний монітор зі швидкістю передачі 115200 з метою переходу в режим налагодження. Потім у наступних рядках встановлюється режим виводу для модуля реле (рис. 3.10).



```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  digitalWrite(relay, LOW);
}
```

Рисунок 3.10 – Ініціалізація функції setup()

Алгоритм перевірки обличчя описано всередині функції loop (), що дозволяє співставити зображення одержане з камери із зображеннями облич, які наявні у базі даних (рис. 3.11).

```
void loop() {
  if (matchFace == true && activeRelay == false){
    activeRelay = true;
    digitalWrite (relay, HIGH);
    prevMillis = millis();
  }
  if(activeRelay == true && millis()- prevMillis > interval){
    activeRelay = false;
    matchFace = false;
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
}
```

Рисунок 3.11 – Функція ідентифікації обличчя

У випадку, коли виконуються умови, наведені на рис. 3.11, механізм блокування розблоковується на 5 секунд, а після того знову переходить у режим блокування.

### 3.3 Обґрунтування засобів та побудова моделі для реалізації функції виявлення та розпізнавання обличчя

Штучні нейронні мережі стали важливою частиною сучасного суспільства та активно використовуються у всіх областях, де традиційні алгоритмічні рішення працюють не так добре або ж не працюють зовсім. Нейронні мережі відмінно справляються з розпізнаванням текстів, їм довіряють роботу по фільтрації спаму, гру на біржах і роботу з контекстною рекламою в інтернеті.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з найбільш значущих і перспективних сфер, в якій розвивається ця технологія, є безпека: тут мова йде як про відстеження підозрілих банківських операцій, так і про системи відеоспостереження. При реалізації функцій розпізнавання образів, система повинна бути в достатній мірі інваріантна до виявлення, визначення положення в просторі і зміни виразу обличчя.

У сфері розпізнавання образів та комп'ютерного зору дуже хороші результати показує підхід, що базується на нейронних мережах, зокрема їх різновид – згорткові нейронні мережі.

Важливою перевагою таких мереж є здатність представлення зображення у вигляді топології у двовимірному просторі, на відміну від архітектури типового багатосарового перцептронну. Окрім цього, ЗНМ дають можливість забезпечити хорошу робастність алгоритмів та результатів при зміні масштабу зображення, наявності зміщень або повертанні об'єктів та інших зашумлень. Досягнення таких результатів забезпечується наявністю у згорткових нейронних мереж наступних компонентів і властивостей:

- забезпечення зв'язності нейронів у двовимірному просторі на локальних частинах зображення;
- синаптичні ваги дають можливість забезпечити ідентифікацію рис обличчя на зображенні і тим самим знижують загальну кількість вагових коефіцієнтів;
- можливість реалізації ієрархічної структури з шарами MaxPooling або AveragePooling.

Сучасні топології згорткових нейронних мереж показують найкращі результати за критеріями точності і продуктивності при знаходженні об'єктів на зображеннях.

Перевагою ЗНМ є те, що вони показують ефективність застосування при використанні як звичайних послідовних процесорів, так і підтримки здатності до розпаралелювання та роботи з використанням графічних процесорів. Окрім цього існує можливість паралельного опрацювання згортки на кожній карті, а також виконанні операції оберненої до згортки при зворотному поширенні помилки. На рис. 3.12 продемонстрована візуалізація згортки і підвибірки.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

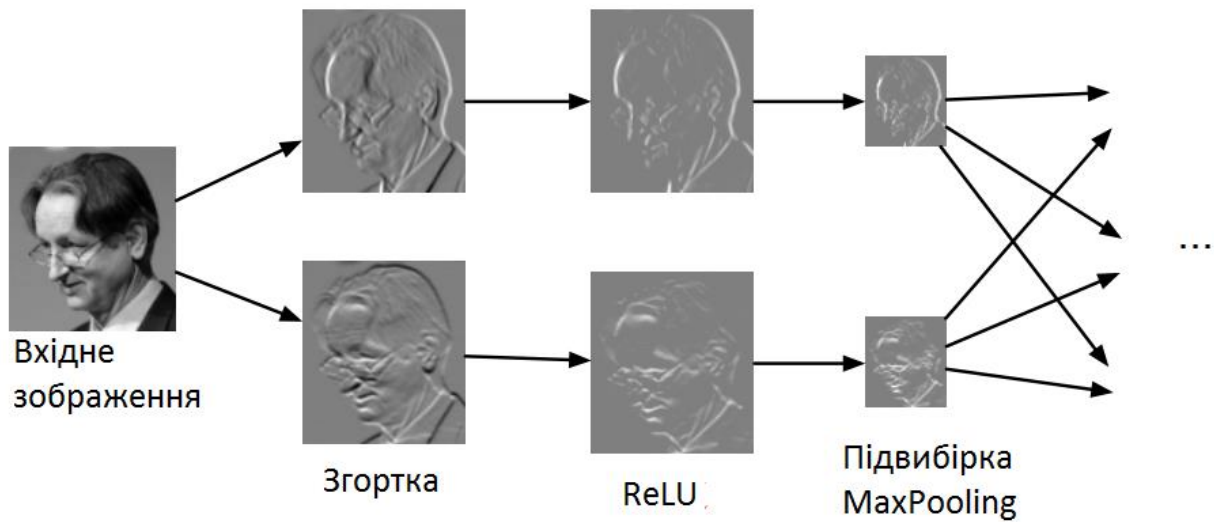


Рисунок 3.12 – Типова структура згорткової нейронної мережі

Визначення топології нейромережі є важливим етапом реалізації функції розпізнавання обличчя у системі відеоспостереження від якої залежить якість розпізнавання обличчя. Можна виділити наступні етапи, які впливають на вибір топології:

- визначити тип і клас розв’язуваної задачі: класифікація, прогнозування, модифікація;
- виявити обмеження, які накладаються на швидкість і точність розпізнавання;
- визначити вхідні дані, зокрема джерело її походження: зображення, звук, розмір: 100x100, 30x30, формат: RGB, в градаціях сірого і вихідних дані (кількість класів).

У даному випадку нейромережа повинна розв’язувати задачу класифікації зображень, зокрема обличчя людей. Обмеженнями функціонування мережі є:

- швидкість відповіді - не більше 1 секунди;
- точність розпізнавання не менше 70%.

Топологія спроектованої нейронної мережі представлена на рис. 3.13.

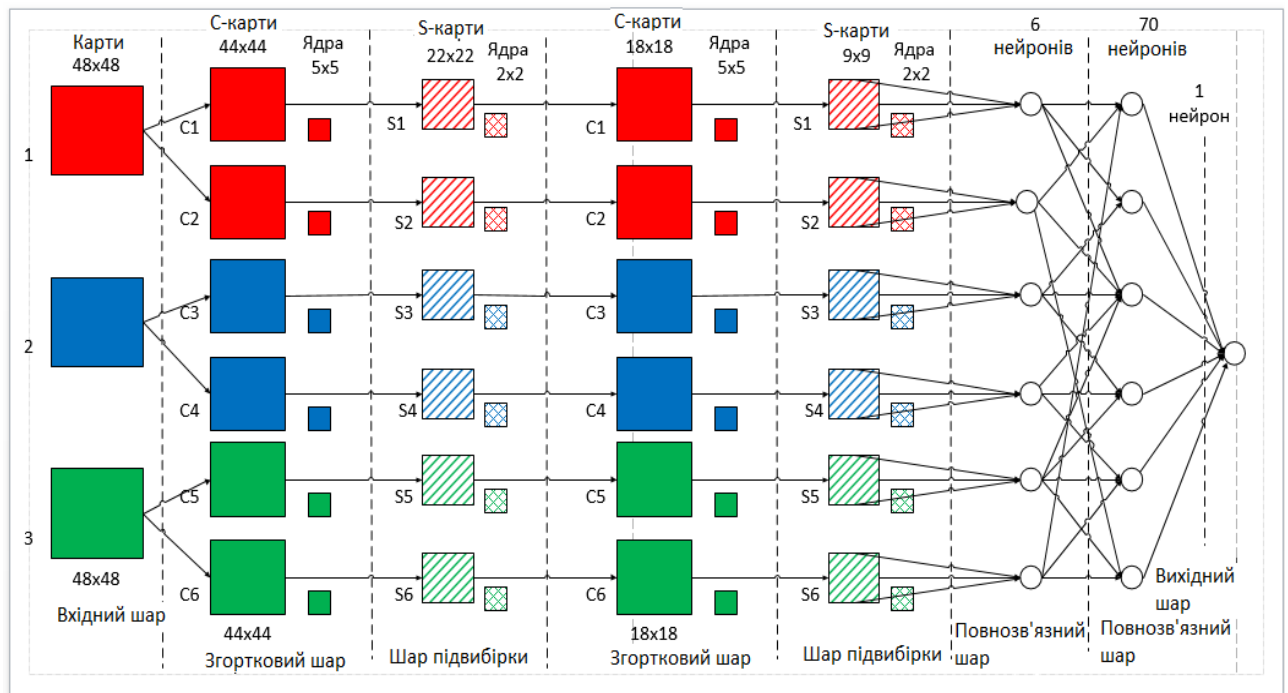


Рисунок 3.13 – Топологія спроектованої нейромережі

В якості даних вхідного шару нейронної мережі виступають кольорові зображення розміром 48\*48, які одержують стиснутими з камери OV2640 та перетворені у формат JPEG. Кожне зображення інтерпретується трьома каналами RGB: червоний, зелений, синій. У результаті одержують три зображення заданого розміру.

Шар згортки представляється набором карт ознак для яких можна окремо визначити так зване синаптичне ядро, або фільтр. Для досягнення високої точності розпізнавання, кількість карт повинна бути великою, однак це впливає на збільшення необхідних апаратних ресурсів. Тому у даному випадку потрібно знайти компромісне рішення. Виходячи з аналізу наукових публікацій [5, 6], для реалізації комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя обґрунтованим є вибір співвідношення 1 до 2. Це означає, що кожна карта ознак попереднього шару пов'язується з двома каартами ознак згорткового шару (рис. 3.14).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

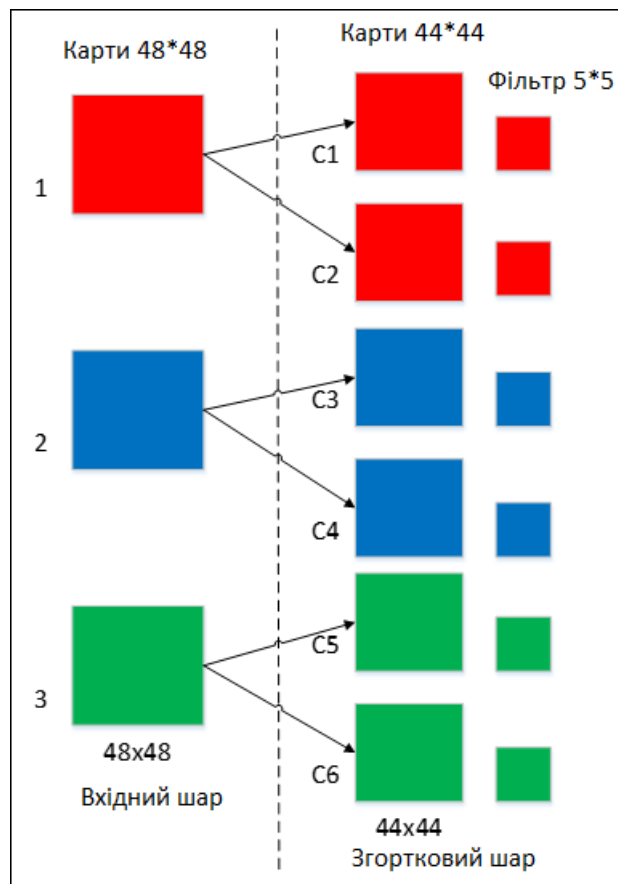


Рисунок 3.14 – Зв'язок 1 до 2 між шарами ЗНМ

Фільтр представляється вікном, яке ковзає по поверхні карти ознак або зображення і виявляє певні ознаки об'єктів. Для прикладу, якщо ЗНМ навчена на множині зображень людей, то один з фільтрів міг би в процесі навчання виявляти ознаки обличчя, а інші фільтри – відмінні, від попереднього риси.

Шар MaxPooling призначений для стиснення карт ознак і відбору лише найбільш інформативних ознак.

Повнозв'язний шар виконує роль класифікатора і нейрони цього шару пов'язані з усіма нейронами попереднього.

Кількість нейронів вихідного шару відповідає кількості класів зображень. У даному випадку це є бінарна класифікація, тобто обличчя чи не обличчя, або «свій» і «не свій» при керуванні електромеханічним замком. Для оптимізації комп'ютеризованої системи відеоспостереження можна зменшити кількість зв'язків та зекономити обчислювальні ресурси шляхом використання лише одного нейрону у вихідному шарі, який відповідатиме за клас «свій».

### 3.4 Тестування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

Для тестування реалізованого системного програмного забезпечення необхідно завантажити програмний код у ESP32-CAM. Завантаження здійснюється шляхом підключення програматора FDTI до ПК і вибором „ESP32 Wrover Module“ як модуля, у який необхідно записати програмний код. Окрім цього, треба змінити налаштування, як показано на рис. 3.15.

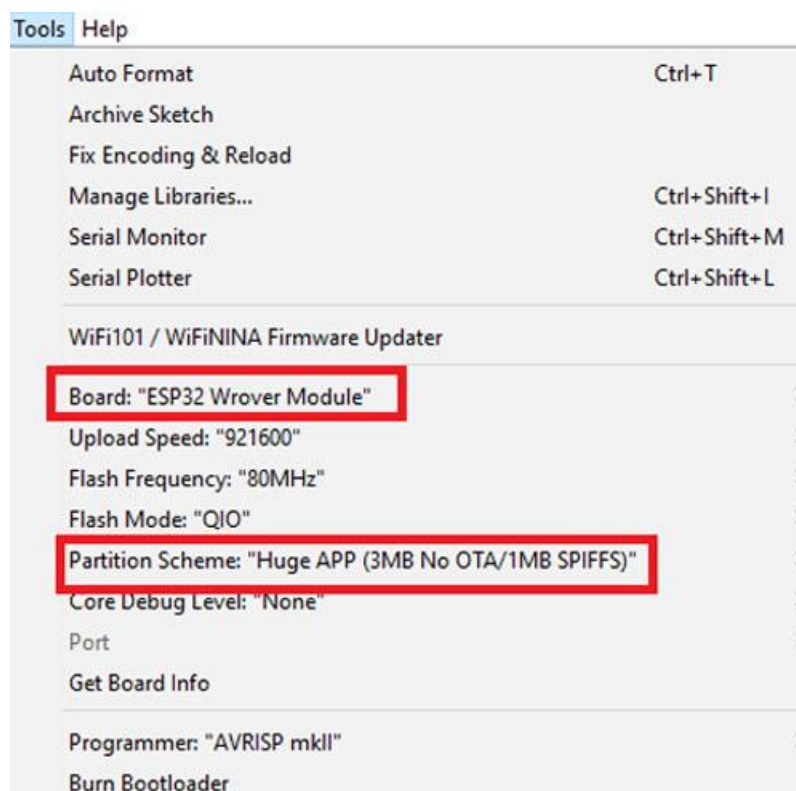


Рисунок 3.15 – Налаштування параметрів завантаження програмного коду

При виконанні налаштування також варто підключити вивід I00 до GND перед завантаженням коду, а також натисніть кнопку скидання ESP32. Після цього можна виконувати завантаження у центральний модуль комп'ютеризованої системи відеоспостереження.

Після того, як процес завантаження коду завершився, необхідно від'єднати виводи I00 та GND, відкрити послідовний монітор і змінити швидкість передачі даних на 115200. Для перевірки успішного завантаження коду потрібно

натиснути кнопку скидання ESP32, він виведе IP-адресу ESP32 та номер порту на послідовному моніторі (рис. 3.16).

```
rst:0xc (SW_CPU_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0018,len:4
load:0x3fff001c,len:1216
ho 0 tail 12 room 4
load:0x40078000,len:9720
ho 0 tail 12 room 4
load:0x40080400,len:6352
entry 0x400806b8

.
WiFi connected
Starting web server on port: '80'
Starting stream server on port: '81'
Camera Ready! Use 'http://192.168.43.226' to connect
```

Рисунок 3.16 – Успішне завантаження програмного коду у ESP32

Для доступу до відеотрансляції камери OV2640 потрібно у стрічку адреси скопіювати IP-адресу ESP, після чого відобразиться вікно, як показано на рис. 3.17.

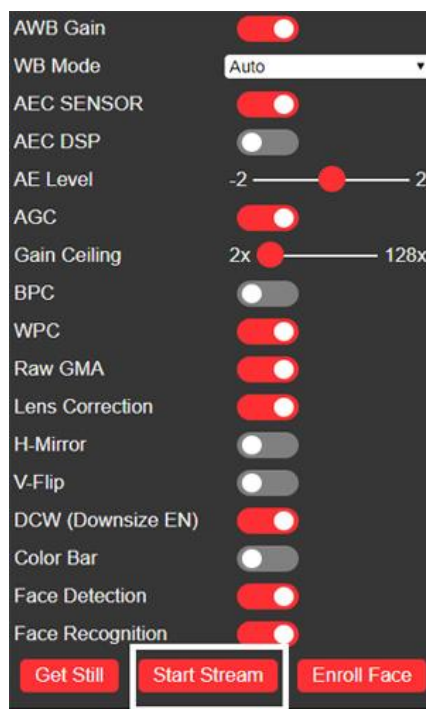


Рисунок 3.17 – Вікно налаштування та початку відетрансляції



Щоб розпочати потокову передачу відео потрібно натиснути кнопку «Start Stream». Для реалізації функції розпізнавання обличчя за допомогою ESP32-CAM, потрібно зареєструвати обличчя в базі даних зображень. Один з варіантів такої реєстрації обличчя показаний на рис. 3.18.

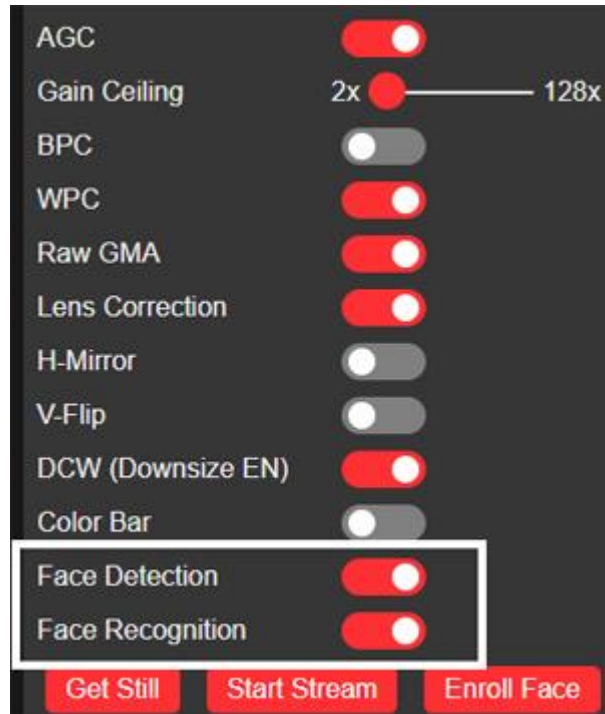


Рисунок 3.18 – Налаштування розпізнавання та реєстрації обличчя

Як видно з рис. 3.18, у налаштуваннях увімкнено функції виявлення обличчя («Face Detection») та його розпізнавання («Face Recognition»). Для застосування цих параметрів потрібно натиснути кнопку «Enroll Face». Процедуру варто провести декілька разів для одержання профілю обличчя з різних сторін. Після збереження обличчя комп'ютеризована система відеоспостереження буде розпізнавати обличчя як «Subject 0», де 0 – номер зображення. Однак можливий варіант завантаження зображення на сервер з користувацькими назвами, і тоді ці назви будуть відображатися при виявленні та ідентифікації обличчя.

Результат ідентифікації та розпізнавання обличчя показано на рис. 3.19.



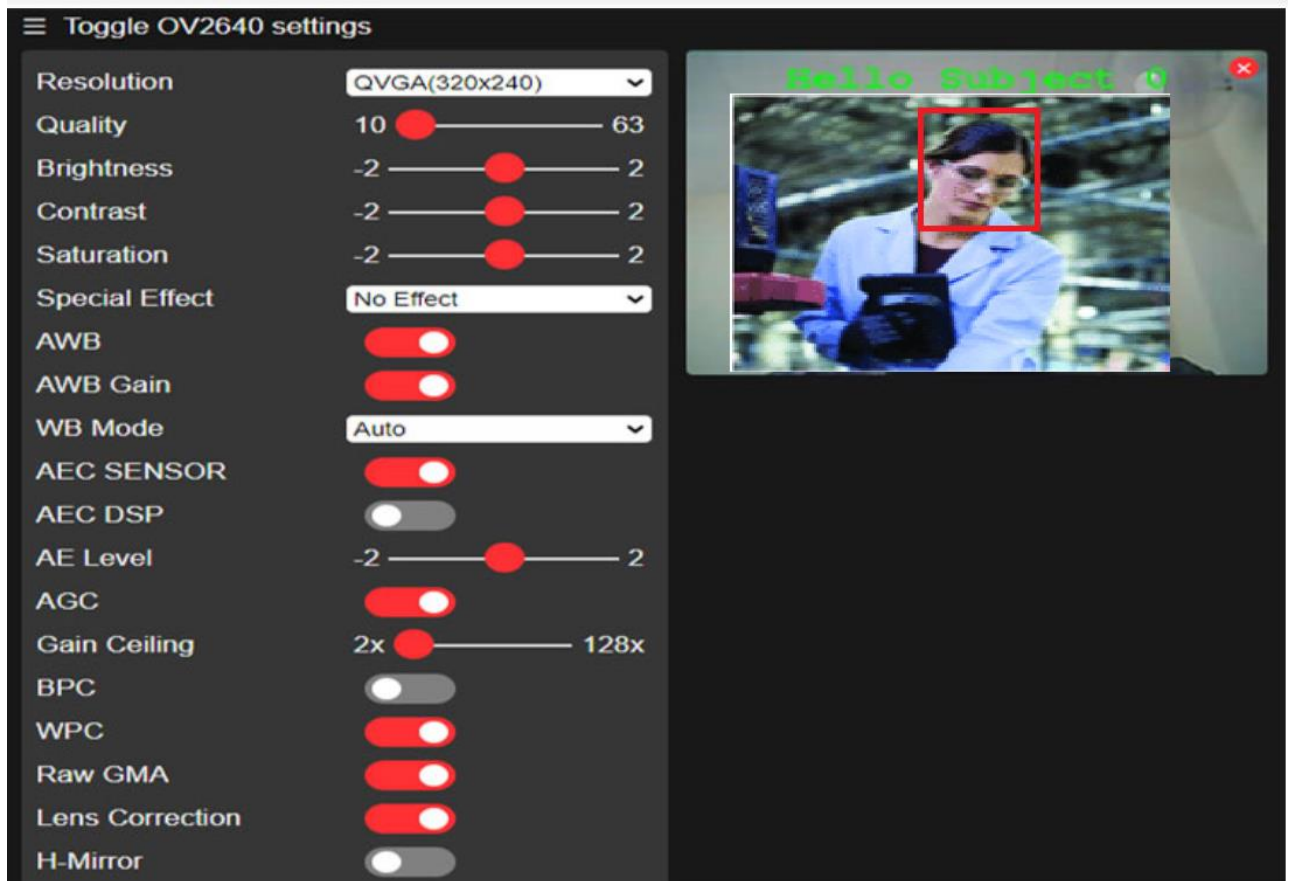


Рисунок 3.19 – Результат розпізнавання обличчя

У результаті проектування та реалізації комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя одержано прототип, який при тестуванні показав точність розпізнавання обличчя на рівні 82% та забезпечує блокування і розблокування електромеханічного замка.

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ

Широке промислове та побутове використання ПК актуалізувало питання охорони праці користувачів. Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення вимог з охорони праці користувачів ПК є "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Дотримання вимог цих правил значно знижує наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними терміналами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань. Виходячи з цього, роботодавець забезпечує гігієнічні й ергономічні вимоги щодо організації робочих приміщень для експлуатації ВДТ, робочого середовища, робочих місць з ВДТ, режиму праці і відпочинку при роботі з ВДТ, які викладені у Правилах.

Природне освітлення в приміщеннях з ВДТ здійснюється через вікна, орієнтовані переважно на північ або північний схід і забезпечують коефіцієнт природної освітленості не нижче, ніж 1,5 %. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски з поверхні екранів ПК і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, при цьому вікна обладнуються жалюзіями або шторами.

Основні вимоги до виробничого приміщення для експлуатації ВДТ:

- заборона розташування у підвалах та цокольних поверхах;
- площа на одне робоче місце повинна становити не менше 6,0 м<sup>2</sup>, а об'єм не менше 20,0 м<sup>3</sup>;

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>		
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>			
Розроб.		Янковська Н.В.			<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркуші</b>
Перевірів		Луцик Н.С.				58	
Консульт.		Пилипець М.І.			<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					
<b>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b>							

- наявність природного та штучного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28 : 2018. „Природне і штучне освітлення”;
- наявність шафи для зберігання документів, магнітних дисків, полиці, стелажі, тумби, з урахуванням вимог до площі приміщення;
- щоденне проведення вологого прибирання;

Поруч з приміщенням для роботи з ВДТ мають бути обладнані:

- побутова кімната для відпочинку під час роботи;
- кімната психологічного розвантаження.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочим місцем, обладнаним ВДТ, має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення - найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК; фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;
- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;
- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);
- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;
- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґратів заборонено.

Виходячи з проведеного аналізу вимог до приміщень з експлуатації ПК можна зробити висновок про необхідність дотримання відповідних вимог регламентуючих документів. Це дозволить забезпечити умови праці зменшить негативний вплив на людину як біологічний об'єкт, при проектуванні та

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя

#### 4.2 Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини та запобігання його негативній дії

Іонізуюче випромінювання поділяється на корпускулярне (потoki альфа-, бета-частинок, протонів) і електромагнітне (гамма-випромінювання, рентгенівське). Перше має велику іонізуючу і малу проникну властивість, друге - меншу іонізуючу і велику проникну здатність.

У промисловості використовують радіоактивні ізотопи для вимірювання густини і вологості сировини і готових виробів, гамма-дефектоскопії, дозування сипких матеріалів і контролю їх рівня та в інших потребах.

Робота електровакуумних приладів часто супроводжується утворенням побічних ефектів; які шкідливо діють на обслуговуючий персонал. Зокрема, будь-який електровакуумний прилад, який працює з високими напругами на електродах, є джерелом рентгенівського випромінювання, потужним генератором важких та легких іонів обох полярностей, озону і оксидів азоту, а також підвищення температури повітря.

В радіоелектронній апаратурі рентгенівське випромінювання виникає внаслідок електронного бомбардування електродів та інших поверхонь. Це потужні генераторні, модуляторні і посилювальні лампи, високовольтні тиратрони, кенотрони, електронно-променеві трубки, кінескопи, магнетрони та інші електровакуумні прилади, що працюють за прискорювальних напруг вище 5 кВ.

Потужність дози рентгенівського випромінювання побутової апаратури у будь-якій точці на відстані 5 см від її зовнішньої поверхні не повинна перевищувати 7,2 рА/кг (ДБН В.2.2-9:2018); апаратів, що застосовуються для промислової дефектоскопії і медичних діагностичних досліджень - 1,44 рА/кг; відео контрольного пристрою телевізійної системи - 36 рА/кг на відстані 5 см від корпусу апарата на боці, зверненому до оператора (ДБН В.2.2-9:2018).

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дія іонізуючих випромінювань на людину може бути місцевою і загальною. При місцевому опромінюванні може утворитись променева виразка, ракове захворювання. При загальному - може виникнути гостра або хронічна променева хвороба, яка супроводжується порушенням обмінних процесів у клітинах організму, змінами в центральній нервовій системі, крові, кровотворних органах. Крім зовнішнього, може бути внутрішнє опромінювання організму, яке виникає при потраплянні радіоактивних речовин всередину організму з повітрям, їжею. Дія іонізуючих променів, як і ЕМГТ, не сприймається органами чуттів людини.

Біологічна дія іонізуючих променів залежить від типу випромінювання і поглинутої дози. Поглинута доза  $D$  - це середня енергія, яка передана одиниці маси речовини. Одиницею її є Грей (Гр), який відповідає енергії в 1 Дж, що передана масі в 1 кг.

Враховуючи, що біологічна дія опромінювання людини різними видами іонізуючих випромінювань не однакова, введено поняття еквівалентної дози  $H$ , яка визначається як добуток дози поглинання на коефіцієнт якості  $K$ :  $H = K \cdot D$ .

Одиницею еквівалентної дози є Зіверт (Зв), позасистемною - бер (1 бер = 0,01 Зв). Коефіцієнт якості для рентгенівського та гамма-випромінювання беруть за 1, нейтронів - 10, альфа-частинок-20.

Для характеристики іонізуючої здатності випромінювань введено поняття експозиційної дози, яка являє собою повний заряд іонів одного знаку, що виникає в одиниці маси сухого атмосферного повітря. Одиниця експозиційної дози - кулон на кілограм, позасистемна - рентген (Р). Поглинена, еквівалентна і експозиційна доза, віднесені до одиниці часу, називаються потужністю дози. Потужність експозиційної дози називають також рівнем радіації.

"Нормами радіаційної безпеки" (НРБУ – 97/Д-2000) встановлено дозові межі опромінювання за рік (Зв), що враховують чутливість до дії опромінювання різних органів людини та категорію персоналу. Для професійного робітника при опромінненні всього тіла та червоного кісткового мозку –0,05 Зв.

Для захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання, розроблено ряд законів та актів, що повинні гарантувати охорону та збереження

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здоров'я людини. Зокрема, до повноважень Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади щодо забезпечення захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання належать:

- розроблення і впровадження стандартів, норм та правил, виконання яких забезпечує неперевикнення основних дозових меж опромінення людини та безпечне здійснення практичної діяльності;
- здійснення методичного керівництва діяльністю державної системи обліку та контролю індивідуальних доз опромінення персоналу, експертних оцінок її повноти і достатності, а також проведення аналізів і оцінок стану дозових навантажень населення і персоналу;
- організація і здійснення нагляду за виконанням заходів щодо захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання на відповідних територіях місцевими органами виконавчої влади;
- здійснення державного контролю за безпечним веденням практичної діяльності;
- здійснення міжнародного співробітництва у сфері захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання.

До повноважень місцевих органів виконавчої влади щодо забезпечення захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання належить:

- прийняття згідно з законодавством України рішень щодо застосування на відповідній території заходів втручання у разі радіаційних аварій;
- організація проведення в установленому порядку щорічних обстежень з метою оцінки стану захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання та ведення екологічного паспорта території;
- здійснення організаційного керівництва системою обліку та контролю доз опромінення населення на відповідній території;
- організація контролю за виконанням заходів щодо захисту людини від впливу радіонуклідів, що містяться у будівельних матеріалах;
- погодження планів заходів щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення постійної готовності засобів оповіщення населення відповідної території про виникнення радіаційної аварії;
- організація контролю за виконанням заходів щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;
- забезпечення населення, в місцях його проживання, інформацією щодо рівнів опромінення людини та заходів захисту від впливу іонізуючого випромінювання, що виконуються на відповідній території;
- розроблення та впровадження регіональних програм захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання;
- оповіщення населення у разі виникнення радіаційної аварії та інформування про рятувальні та профілактичні заходи у зв'язку з цим.

Рівень випромінювання на робочих місцях та ефективність радіаційного захисту контролює служба радіаційної безпеки. Для дозиметричного контролю застосовують комплекти індивідуальних дозиметрів «КІД-1», «КІД-2», дозиметри типу ДРГ, рентгенометри ДП та ін. Захист від іонізуючого випромінювання забезпечується такими методами і засобами:

- ізоляцією або огороженням його джерела за допомогою спеціальних камер, екранів;
- "захистом часом";
- "захистом відстанню";
- застосуванням дистанційного управління, сигналізації і засобів контролю;
- використанням засобів індивідуального захисту.

Захист будівель, споруд та зовнішніх установок від прямих попадань блискавки і вторинних її проявів має виконуватися відповідно до чинних вимог.

Для підтримання пристроїв захисту від блискавок у справному стані необхідно регулярно проводити ревізію цих пристроїв: для будівель і споруд I та II категорії з захисту від блискавки - щороку, для III категорії - не рідше 1 разу на 3 роки зі складанням акту, в якому вказуються виявлені дефекти. Усі виявлені у пристроях захисту від блискавок пошкодження та дефекти підлягають негайному усуненню.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є спроектований прототип комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя на основі модуля ESP32-CAM, відеокамери OV2640 з роздільною здатністю 2 Мп та електромеханічного замка блокування дверей. Окрім основної функції ведення відеонагляду, система дозволяє керувати процесом авторизованого доступу на основі аналізу зображень, одержаних з відеокамери та порівнянні їх з наявними у базі даних.

Досягнення результатів роботи забезпечено розв'язанням поставлених задач, а їх суть полягає в наступному:

- розроблено та проаналізовано технічне завдання на проектування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя;
- проведено аналіз існуючих підходів до реалізації класичних систем відеоспостереження та запропоновано власну архітектуру системи, яка враховує особливості цього процесу та забезпечує керування електромагнітним замком на основі підходу «свій»-«не свій»;
- обґрунтовано та проведено аналіз технічних характеристик апаратного забезпечення, зокрема: модуля ESP32-CAM, як базового компонента; камери OV2640, як засобу захоплення відео;
- наведено принцип та алгоритм запису програмного коду в ESP32-CAM за допомогою програматора FTDI та середовища Arduino IDE;
- розроблено системне програмне забезпечення для управління процесом відеонагляду та керування електромагнітним замком;
- побудова та реалізовано модель розпізнавання обличчя на основі згорткової нейронної мережі;
- проведено тестування системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя і показано її працездатність.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ESP32-CAM Video Streaming Web Server (works with Home Assistant). URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-video-streaming-web-server-camera-home-assistant/> (дата звернення 16.04.2021 р.)
2. Nemchak O., Luhovykh O., Kobzar S. Study of identification methods for access of vehicles to closed object. V All Ukrainian Scientific and Practical Conference “Current trends in young scientists’ researches”, April 12, 2018. Zhytomyr: ZHDTU, 2018. С.92-95.
3. Ворона В. А., Тихонов В. А. Системы контроля и управления доступом. М.: Горячая линияТелеком. 2010. 272 с.
4. Барабаш Ю. Л. Коллективные статистические решения при распознавании. М. : Радио и связь, 1983. 224 с.
5. Васильев В. И. Распознающие системы : справочник. К. : Наукова думка, 1983. 230 с.
6. Горелик А. Л. Методы распознавания. М. : Высшая школа, 1984. 219 с.
7. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен : пер. с англ. М. : Мир, 1978. 510 с.
8. Лукьяница А. А. Цифровая обработка видеоизображений. М. : Ай-Эс-Эс Пресс, 2009. 518 с.
9. Форсайт Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход : пер. с англ. М. : Вильямс, 2004. 928 с.
10. Шапиро Л. Компьютерное зрение : пер. с англ. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 752 с.
11. Beginner’s Guide to Object Detection Algorithms. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/beginners-guide-to-object-detectionalgorithms-6620fb31c375> (дата звернення 10.05.2021).
12. Офіційна сторінка Open CV. URL: <https://opencv.org/about/> (дата звернення 10.05.2021).
13. ESP8266:Примеры/Веб-сервер с помощью ESP8266 и IDE Arduino. URL: <http://wikihandbk.com/wiki/ESP8266:%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%>

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

BC%D0%B5%D1%80%D1%8B/%D0%92%D0%B5%D0%B1-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80\_%D1%81\_%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%89%D1%8C%D1%8E\_ESP8266\_%D0%B8\_IDE\_Arduino (дата звернення 28.04.2021 р.)

14. IoT: від «розумних» лампочок до передових технологій виробництва / Новини / IT українською URL: <http://it-ua.info/news/2016/06/21/iot-vd-rozumnih-lampochok-do-peredovih-tehnology-virobnictva.html> (дата звернення 26.04.2021р.).

15. Бесекерский В.А. Руководство по проектированию систем автоматического управления. Москва.: Высшая школа, 2007. 295с.

16. Кузин Л.Т. Расчет и проектирование дискретных систем управления.- М.: ГИ ТИМЛ, 2012.- 648 с.

17. Python Tutorial. URL: <https://www.w3schools.com/python/default.asp> (дата звернення 18.05.2021 р.).

18. Pandas documentation. URL: <https://pandas.pydata.org/docs/index.html> (дата звернення 26.05.2021 р.).

19. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018.

20. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп'ютерів. Львів: Магнолія-2006. 2012. 544 с.

21. Бедрій Я. Основи охорони праці користувачів персональних комп'ютерів: навчальний посібник для студентів ВНЗ та інженерів-практиків. Навчальна книга-Богдан. 2014. 144 с.

					<b>КС КРБ 123.186.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А.  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**“Затверджую”**

Завідувач кафедри КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

З ФУНКЦІЄЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на 11 листках

**Вид робіт:**

Кваліфікаційна робота

**На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»**

**Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»**

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студентка групи СІс-44

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Луцик Н.С.

\_\_\_\_\_ Янковська Н.В.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Тернопіль 2021**

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.186.00.00

### 1.2 Виконавець

Студентка групи СІс-44, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Янковська Неля Володимирівна.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4.7-97 від 10.02.2021 р.)

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 10.02.2021 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 23.06.2021 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя призначена для відео моніторингу на об'єктах підвищеної небезпеки, установ та організацій з обмеженим доступом, підприємствах військової та банківської сфер, торговельних та інших закладів, які розташовуються на великих територіях. Така система повинна забезпечувати інтелектуальну ідентифікацію особи за її обличчям і як наслідок фіксувати правопорушника або запобігати виникненню нетипових ситуацій.

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя може також використовуватись як один з видів біометричної аутентифікації особи як у системах «розумний дім», так і в інших програмно-апаратних комплексах, де необхідно вести відео моніторинг та проводити ідентифікацію особи.

Організація такої системи повинна бути орієнтована на одержання і трансляцію відео в реальному часі та забезпечувати можливість сигналізації у випадку відсутності інформації про особу у базі даних.

Для побудови комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя необхідно провести аналіз методів і апаратних засобів отримання і трансляції відеопотоку у режимі реального часу, обґрунтувати та побудувати модель інтелектуального сервісу розпізнавання обличчя, забезпечити навчання системи, реалізувати програмне забезпечення розпізнавання обличчя. Окрім цього, необхідно налаштувати сховище для зберігання зображень та авторизованого доступу до нього.

Реалізація комп'ютеризованої системи відеоспостереження дозволить підвищити ефективність охоронних комплексів та систем безпеки у різних сферах діяльності шляхом впровадження інтелектуального розпізнавання рухомих об'єктів, зокрема ідентифікації та розпізнавання обличчя та сигналізації про об'єкт, якого немає у базі даних.

## 2.2 Мета створення системи

Метою створення комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя є автоматизація процесу виявлення осіб, які не мають права перебувати на визначеній території та забезпечити можливість сповіщення операторів охоронних систем.

Для того, щоб досягти поставленої мети роботи, необхідно розв'язати наступні задачі:

- проаналізувати підходи до організації систем відеоспостереження та вимог до апаратного і програмного забезпечення;
- провести аналіз методів інтелектуального розпізнавання об'єктів та обґрунтувати оптимальну модель для інтеграції у систему відеоспостереження;

- спроектувати архітектуру комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя;
- обґрунтувати вибір апаратного забезпечення та протоколів взаємодії між компонентами системи відеоспостереження;
- налаштувати параметри веб-сервера для трансляції відео у режимі реального часу;
- побудувати та програмно реалізувати модель інтелектуального розпізнавання рухомих об'єктів;
- сформулювати або обґрунтувати існуючу базу даних зображень для навчання алгоритму розпізнавання образів;
- забезпечити можливість запису відео на відеосервер;
- провести експериментальні дослідження щодо ефективності застосування запропонованих рішень.

## 2.3 Характеристика об'єкту

### 2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Комп'ютеризована система відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя може використовуватись підрозділами охорони підприємства, а також бути частиною «розумного будинку» чи «розумного міста» та сприяти виявленню підозрілих осіб або осіб, які не мають права доступу на встановлену територію чи об'єкт.

При автоматизації процесу нагляду за об'єктом охорони та визначення рухомих об'єктів необхідно передбачити застосування відповідного апаратного забезпечення та середовищ передачі даних, зокрема:

- відеокамери з необхідною роздільною здатністю;
- апаратного пристрою управління процесом захоплення і передачі відеопотоку з камери;
- сервера зберігання бази даних зображень ідентифікованих осіб.



Програмне забезпечення комп'ютеризованої системи відеоспостереження повинно включати:

- web-сервер для встановлення зв'язку з модулем захоплення відеопотоку та подальшою трансляцією на монітори та сервер для зберігання відео;
- інтелектуальний сервіс розпізнавання обличчя;
- базу даних зображень з обличчями;
- програмний компонент сигналізації про нерозпізнаний об'єкт.

Доступ до комп'ютеризованої системи відеоспостереження, зокрема апаратної і програмної частин, повинен бути авторизованим та забезпечувати визначену функціональність і взаємодію з іншим прикладним програмним забезпеченням.

Окрім цього, проектувана комп'ютеризована система повинна забезпечити підвищення надійності та безпеки при охороні території чи доступу у «розумний будинок».

### 3 Вимоги до системи

#### 3.1 Вимоги до системи в цілому

У комп'ютеризованій системі відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя повинен бути реалізований авторизований доступ, забезпечена можливість трансляції відео у режимі реального часу із здатністю фіксації і розпізнавання рухомих об'єктів, зберігання відео у сховище на відеосервері. В загальному випадку, дана система повинна вирішувати і задовольняти наступним вимогам:

- стабільне та безперебійне функціонування апаратних пристроїв;
- трансляція відеопотоку у режимі реального часу;
- визначена швидкість функціонування програмного забезпечення;
- одночасний доступ до відеопотоку кількох користувачів;
- авторизований доступ до web-сервера, відеосервера та бази даних зображень;

- оптимальне використання часових, апаратних і програмних ресурсів комп'ютеризованої системи;
- надання доступу до комп'ютеризованої системи через браузер.

### 3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

До складу комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя входять:

- плата ESP32-CAM;
- камера;
- FTDI програматор;
- середовище Arduino IDE;
- сервер для зберігання відео;
- бібліотека OpenCV.

В загальному випадку, модель проектованої комп'ютеризованої системи відеоспостереження повинна забезпечувати реалізацію основних функцій щодо трансляції відео, виконувати розпізнавання обличчя особи із заданою точністю і достовірністю, а також зберігати відео на відповідному сервері.

До функцій комп'ютеризованої системи відеоспостереження належать:

- здатність одержувати відео з камери в реальному часі;
- можливість передачі відеопотоку через веб-сервер;
- можливість ідентифікації рухомих об'єктів;
- здатність детектування обличчя і порівняння з наявними у базі даних;
- можливість сигналізації про нерозпізнаний об'єкт;
- здатність до запобігання виникненню ситуацій неавторизованого доступу до камери;
- управління процедурами доступу до зображень та відео;
- продуктивність системи до 1 с;
- здатність до гнучкості та масштабування апаратного забезпечення системи.

### 3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Взаємодію камери та сервера зображень і відео пропонується організувати на основі технології Wi Fi з частотою передачі даних на рівні 2,4 ГГц. Камера безпосередньо входить у комплект ESP 32-CAM і під'єднується до плати відповідно до технічної документації.

### 3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя проводиться у відповідності до регламенту, визначеного підприємством, що впроваджуватиме дану систему.

### 3.1.4 Перспективи розвитку, модернізація системи

До перспектив розвитку проектованої системи належить здатність до масштабування, тобто збільшення кількості модулів ESP32-CAM та створення системи управління відеопотоками з багатьох пристроїв. Окрім цього, можливе застосування відмінних від OpenCV бібліотек, або створення власної системи інтелектуального розпізнавання обличчя. Також перспектив розвитку комп'ютеризованої системи відеоспостереження належить можливість інтеграції з іншими системами, наприклад для біометричної ідентифікації при доступі до приміщень з обмеженим доступом.

При модернізації системи відеоспостереження дані одержані при попередній роботі повинні бути збереженими, оскільки вони були базисом для навчання алгоритму розпізнавання образів.

### 3.1.5 Вимоги до надійності системи

Надійність функціонування комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя гарантується авторизованим доступом до веб-сервера трансляції відеопотоку у реальному часі, а також на рівні авторизованого доступу до сервера зображень і збереженого відео.

Крім того, на фізичному рівні повинен бути обмежений доступ до апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи і лише особи з відповідними правами доступу можуть вносити зміну або здійснювати обслуговування системи.

### 3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютеризована система організації доступу у приміщення на основі RFID-технології полягають в наступному:

- захоплення відеопотоку з відеокамери;
- з'єднання ESP32-CAM з веб-сервером трансляції відео;
- здатність забезпечувати ідентифікації рухомих об'єктів;
- можливість розпізнавання обличчя;
- управління процесом порівняння зображень, одержаних з відеокамери та наявними у базі даних;
- можливість візуального сповіщення про неідентифікований об'єкт;
- запобігання виникненню ситуацій неавторизованого доступу до камери;
- управління процедурами доступу до зображень та відео;
- забезпечення визначеної продуктивності функціонування системи;
- здатність до гнучкості та масштабування апаратного забезпечення системи.
- можливість архівування та створення резервних копій відеоданих і зображень.

### 3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Основними вимогами до апаратних пристроїв системи відеоспостереження є:

- плата ESP32-CAM;
- камера OV2640;
- FTDI програматор;

Вимоги до робочих станцій комп'ютеризованої системи:

- процесор з тактовою частотою > 2,0 ГГц;

- Оперативна пам'ять об'ємом 4 Гб;
- розмір HDD не менше 120 Гб.

Вимоги до сервера:

- процесор з тактовою частотою 2,2 ГГц/ядро з кількістю ядер більше 10;
- Оперативна пам'ять розміром від 32 ГБ;
- об'єм HDD – 120 Тб.

### 3.1.8 Вимоги до програмного забезпечення

Системне програмне забезпечення ESP 32-CAM.

Програмне забезпечення робочих станцій – Linux, Windows 10.

Програмне забезпечення сервера – Linux подібні, Windows Server.

## 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
  - 1 Архітектура системи відеоспостереження.
  - 2 Модель розпізнавання обличчя.
  - 3 Апаратне забезпечення комп'ютеризованої системи.
  - 4 Алгоритм розпізнавання обличчя та формування сповіщень.
  - 5 Структура бібліотеки OpenCV;
  - 6 Результати тестування моделі розпізнавання обличчя;

\*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

## 5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка технічного завдання	10.02-17.02.2021
2	Аналіз технічного завдання	19.02-04.03.2021
3	Аналіз підходів до проектування систем відеоспостереження	06.03-21.03.2021
4	Проектування схеми системи відеоспостереження	21.03-28.03.2021
5	Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи	28.03-03.04.2021
6	Проектування та реалізація програмного забезпечення системи відеоспостереження	04.04-27.04.2021
7	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування параметрів комп'ютеризованої системи відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя	27.04-15.05.2021
8	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05-29.05.2021
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	29.05-15.06.2021
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.06-20.06.2021
11	Захист кваліфікаційної роботи	20.06-27.06.2021

## 6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.