

Я, Зіборов Анатолій Андрійович, як здобувач вищої освіти ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Я не використовував штучний інтелект для підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

"15" липня 2025 р.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ziborov', written on a light-colored rectangular background.

Анатолій ЗІБОРОВ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет _____ АКТ _____
Кафедра _____ КІТАР _____
Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
Спеціальність _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
(код і повна назва)
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КІТАР _____
(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві _____ Зіборов Анатолій Андрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ «Розробка автоматизованої системи керування
функціонування охоронної сигналізації за спостереженням об'єктів руху» _____

Затверджена наказом по університету від 21.05.2025 р. №405Ст _____

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 17.07.2025 р. _____

3. Вихідні дані до роботи _____

3.1. Технічне завдання наукового керівника _____

3.2. Технічні параметри систем функціонування охоронної сигналізації _____

3.3. Технічні характеристики мікроконтролера Arduino Uno _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі аналіз існуючих систем керування охоронною сигналізацією, розробка структурної схеми керування та функціонування системи, вибір програмно-апаратного комплексу, збірка та програмування функціоналу системи, перевірка працездатності, визначення правил охорони праці при експлуатації системи _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

1. Структурна схема системи керування охоронною сигналізацією; _____

2. Принципова схема підключення пристроїв; _____

3. Блок-схема розробленої програми _____

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання технічного завдання для розробки системи	09.06.2025	Виконано
2	Аналіз матеріалів та визначення необхідних функцій та параметрів системи, підбір програмно-апаратного комплексу системи	16.06.2025	Виконано
3	Розробка структури роботи системи, збірка, програмування та перевірка працездатності системи	20.06.2025	Виконано
4	Визначення правил охорони праці при роботі з розробленою системою	05.07.2025	Виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	07.07.2025	Виконано
6	Подання роботи на рецензію	14.07.2025	Виконано
7	Подання роботи на перевірку Інтернет-сервісом StrikePlagiarism	15.07.2025	Виконано
8	Подання роботи на підпис зав. кафедри	16.07.2025	Виконано
9	Подання кваліфікаційної роботи в ЕК	16.07.2025	Виконано

Дата видачі завдання 09.06.2025 р.

Здобувач _____ **Анатолій ЗІБОРОВ**
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____ **Леонід ІВАНОВ**
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 5 табл., 26 рис., 27 джерел.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ОХОРОННА СИГНАЛІЗАЦІЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ДАТЧИК РУХУ.

Об'єкт розробки – технологія використання мікроконтролерних систем для забезпечення спостереження за об'єктом руху.

Предмет розробки – автоматизована система керування функціонування охоронної сигналізації, що використовує прості та відкриті програмно-апаратні рішення, зокрема з використанням мікроконтролерів Arduino.

Мета роботи – спрощення автоматизованої системи керування функціонування охоронною сигналізації за спостереженням об'єктів руху з використанням простих модульних компонентів, які можна знайти у відкритому доступі з відкритою інформацією про їхню конструкцію, складові та можливість використання відкритого програмного забезпечення для їхнього функціонування.

Актуальність теми розробки є необхідність дистанційного фіксації та спостереження за об'єктом руху, що може нести загрозу для об'єкту, яке необхідно охороняти від посторонніх та небажаних осіб чи явищ.

ABSTRACT

Explanatory note: 68 pages, 26 pictures, 27 sources.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM, SECURE ALARM,
MICROCONTROLLER, MOVING SENSOR.

Object development – technology of using microcontroller systems to ensure the observation of a moving object.

Subject development – Automated Control System for the Operation of Security Alarm Based of the Monitoring of Moving Objects that uses easy and open hardware and software solutions, in particular using Arduino microcontrollers.

Job Objective – simplification an Automated Control System for the Operation of Security Alarm Based of the Monitoring of Moving Objects using simple modular components that can be found in the public domain with open information about their design, components, and the possibility of using open-source software for their operation.

Relevance development topic – need for remote fixation and observation of a moving object, which may pose a threat to the object that needs to be protected from unauthorized and unwanted persons or phenomena.

ЗМІСТ

Перелік скорочень	7
Вступ	8
1 Аналіз існуючих автоматизованих систем керування функціонування охоронної сигналізації за спостереженням об'єктів руху	10
1.1 Автоматизована система керування функціонування сигналізацією ..	10
1.2 Охоронна сигналізація	11
1.2.1 Протипожежна сигналізація	12
1.2.2 Охорона сигналізація	12
1.2.3 Сигналізація периметру	14
1.2.4 Протизламна сигналізація	15
1.3 Об'єкт руху	15
1.4 Сучасні камери відеоспостереження	16
1.5 Висновок до розділу 1	17
2 Розробка автоматизованої системи керування функціонування охоронної сигналізації за спостереженням об'єктів руху	18
2.1 Розробка структурної схеми	18
2.2 Обґрунтування вибору програмно-апаратного комплексу	19
2.2.1 Вибір мікроконтролеру	20
2.2.2 Вибір відеокамери	23
2.2.3 Вибір датчику руху	25
2.2.4 Вибір допоміжних модулів	29
2.3 Монтаж обраних елементів	31
2.4 Висновок до розділу 2	35
3 Реалізація автоматизованої системи керування функціонування охоронної сигналізації за спостереженням об'єктів руху	36
3.1 Програмне забезпечення	36
3.2 Програмування обраних елементів	40

	6
3.3 Завантаження коду	40
3.4 Висновок до розділу 3	43
4 Експериментальна частина	44
4.1 Перевірка роботи створеної системи	44
4.2 Охорона праці оператора.....	47
4.3 Висновок до розділу 4	54
Висновки	55
Перелік джерел посилання	57
Додаток А Програмне забезпечення мікроконтролера Arduino Uno	60
Додаток Б Демонстраційно-графічний матеріал	64

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АСК – автоматизована система керування;

ІЧ – інфрачервоний;

КБ – кілобайт;

МГц – мегагерц;

Мп – мегапіксель;

СК – система керування;

ВСТУП

У повсякденному та робочому житті забезпечення безпеки є чи не найголовнішим завданням як поодинокого індивіду, так і цілої цивілізації. Дана ціль є чи не найголовнішою з причин розвитку науки та техніки.

Для забезпечення безпеки у приміщенні та на певній території використовують охоронну сигналізацію. Охоронна сигналізація виконує такі функції як: спостереження за місцевістю у периметрі огляду камер відеоспостереження; знімання фото та відео з периметру спостереження; виявлення руху на об'єкті спостереження; сповіщення про несанкціоновану діяльність у охоронній зоні.

Через те, що ця робота вимагає від людини велику концентрацію у продовж всього дня, для зменшення кількості людей, для нагляду за об'єктом необхідно автоматизувати систему охоронної сигналізації. Автоматизація системи функціонування охоронної сигналізації дозволить зменшити кількість людей, необхідних для охорони об'єкту, збільшить площу можливого спостереження однією людиною, дасть можливість фіксувати час та тривалість руху на певній ділянці огляду та дасть можливість повідомляти о зафіксованому русі на об'єкті спостереження.

Актуальність теми розробки є необхідність дистанційного фіксації та спостереження за об'єктом руху, що може нести загрозу для об'єкту, яке необхідно охороняти від посторонніх та небажаних осіб чи явищ.

Метою розробки є спрощення автоматизованої системи керування функціонування охоронною сигналізації за спостереженням об'єктів руху з використанням простих модульних компонентів, які можна знайти у відкритому доступі з відкритою інформацією про їхню конструкцію, складові та можливість використання відкритого програмного забезпечення для їхнього функціонування. Вона буде розроблена з можливістю використання

актуальних мікропроцесорних технологій та актуальних програмних та технічних компонентів.

Для виконання мети необхідно виконати певні задачі, такі як:

- розгляд та аналіз існуючих систем охоронних сигналізацій;
- розробка структурної схеми функціонування охоронної сигналізації;
- вибір оптимальних та доступних компонентів системи;
- збірка окремих компонентів у єдину систему;
- розробка програмного забезпечення для функціонування системи.

Об'єктом розробки є технологія використання мікроконтролерних систем для забезпечення спостереження за об'єктом руху.

Предметом розробки є автоматизована система керування функціонування охоронної сигналізації, що використовує прості та відкриті програмно-апаратні рішення, зокрема з використанням мікроконтролерів Arduino.

Робота оформлена згідно з ДСТУ 3008 – 15 [1], та керуючись навчальним посібником з підготовки кваліфікаційної роботи [2].

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ЗА СПОСТЕРЕЖЕННЯМ ОБ'ЄКТІВ РУХУ

1.1 Автоматизована система керування і функціонування сигналізацією

Автоматизована система керування і функціонування – це система, яка дозволяє зменшити участь людини у технологічному процесі, залишивши за людини можливість приймати критично необхідні рішення.

Основним призначенням автоматизованої системи керування і функціонування є можливість отримання інформації про стан об'єктом керування, збільшення ефективності та якості процесу керування та зменшення впливу на результат роботи людського фактору з кількістю людей необхідних для функціонування певної системи.

Будь яка автоматизована система керування і функціонування складається з технічної бази та програмного забезпечення.

Технічна база автоматизованої системи керування і функціонування складається з пристроїв отримання, передачі та обробки даних, які необхідні для керування і функціонування керуючим об'єктом.

Програмне забезпечення використовується для задання автоматизованій системі керування і функціонування певних дій та реакцій на зовнішні дії.

Автоматизована система керування функціонування охоронною сигналізацією спостереження об'єктів руху повинна самостійно фіксувати рух, повідомити оператору системи про фіксацію руху, надати оператору інформацію про об'єкт руху, що надасть можливість коректно відреагувати у разі небажаних дій з боку об'єкта руху.

1.2 Охоронна сигналізація

Охорона сигналізація призначена для фіксації та повідомлення про зміну на об'єкті спостережень, що може бути небезпечним для власника об'єкта, його майна чи самого власника об'єкту. Це дозволяє збільшити безпеку на об'єкті спостережень та дасть можливість швидко запобігти несанкціонованим діям на об'єкті спостережень та дасть можливість повідомити власнику об'єкта про нештатну ситуацію.

Будь яка сучасна система керування охоронною сигналізацією складається з таких компонентів як:

- виконавчі пристрою – датчики, що при початку виконання дії та надсилають сигнал до приймально-контрольного пристрій;
- приймально-контрольний пристрій – пристій, до якого надходить сигнали з датчиків, виконує обробку отриманих даних, повідомляє про несанкціоновані дії;
- пристрій управління – пристрій, до якого приходять повідомлення про несанкціоновані дії, дає можливість керувати сигналізацією, вмикати чи вимикати її, надіслати повідомлення до охоронної служби чи поліції про несанкціонований доступ до об'єкта охорони.

При увімкненні системи сигналізації активізуються датчики, які переходять у пасивний режим роботи доти, доки вони не отримають зовнішній сигнал, що їх активує. Після активації роботи датчиків вони надсилають до централі сигнал про їх активацію і параметри отриманого сигналу. Централь обробляє отриманий сигнал, оцінює отриманий з сигналом інформацію, та на основі цих даних приймає рішення про надсилання сигналу до пристрою управління. З пристрою управління людина, яка відповідає за охорону даного об'єкту, з надісланої їй інформації приймає рішення про необхідність подальшої надсилання повідомлення до охоронної фірми чи правоохоронних органів. Після припинення небажаних дій на пристрої управління можна або відновити нормальну роботу системи, або вимкнути її [4].

1.2.1 Протипожежна сигналізація

Протипожежна сигналізація (рис. 1.1) використовується для виявлення задимлення чи пожежі та для оперативного запобігання чи зменшення шкідливої дії пожежі у приміщенні.



Рисунок 1.1 – Система протипожежної сигналізації [5]

Для функціонування системи протипожежної сигналізації використовують датчики, що фіксують підвищений вміст диму чи підвищену температуру навколишнього середовища. При фіксації задимлення датчик диму, чи датчик температури, надсилає на приймально-контрольний пристрій сигнал, про початок дії датчику. Після отримання сигналу приймально-контрольний пристрій починає аналізувати отриману інформацію та починає приймати рішення про вмикання сигналізації чи ні. У деяких системах протипожежної сигналізації встановлюють спринклерну систему, що при виявленні пожежі починає розпилювати по простору воду, для початку гасіння полум'я.

1.2.2 Охорона сигналізація

Охоронна сигналізація використовується для фіксації потрапляння сторонньої особи на об'єкт, що охороняється з подальшою фіксацією сторонньої особи на фото або відео (рис. 1.2). Для свого функціонування

охорона сигналізація використовує датчики руху та камери відеоспостереження.



Рисунок 1.2 – Система охоронної сигналізації [6]

Датчики руху бувають ультразвукові, інфрачервоні, мікрохвильові та комбіновані.

Ультразвукові датчики руху використовує ультразвук, який відбивається від поверхонь об'єктів і фіксує можливу різницю між попереднім та наступним часом надходження ультразвукової хвилі.

Інфрачервоний датчик руху фіксує теплове випромінення, яке надходить від можливого джерела випромінення. Є одним із найпростіших і найнадійніших із типів датчиків руху.

Мікрохвильовий датчик руху працює за рахунок зміни електромагнітних хвиль в результаті переміщення об'єкту руху.

Коли датчик руху фіксує рух, то він відправляє сигнал на приймально-контрольний пристрій. Далі приймально-контрольний пристрій вмикає камеру відеоспостереження і перенаправляє отримане зображення на пристрій управління

1.2.3 Сигналізація периметру

Сигналізація захисту периметру використовується для фіксації потрапляння сторонньої особи на периметр, що охороняється. Для функціонування сигналізації периметру можуть використовуватися інфрачервоні, ємнісні, радіохвильові та вібраційні датчики (рис. 1.3).

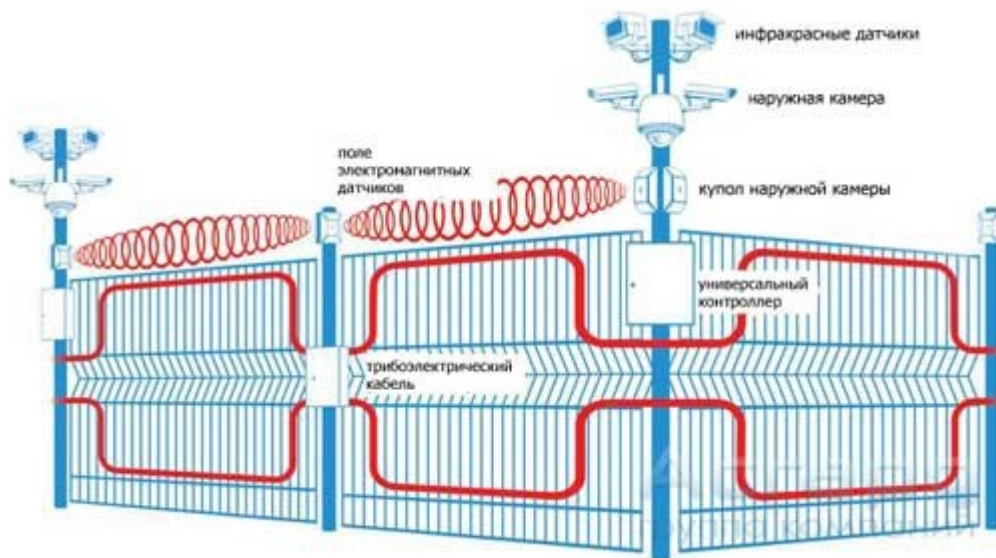


Рисунок 1.3 – Система сигналізації периметру [7]

Інфрачервоні та радіохвильові датчики використовуються для фіксації перетину сторонньої особи через початкову смугу охоронного периметру.

Коли для охорони периметр використовують дротову огорожу під електричною напругою, у сигналізації охорони периметру можуть використовувати ємнісні датчики. Вони спрацьовують тоді, коли до електрифікованої огорожі дотикається сторонній предмет чи особа.

Вібраційні датчики використовують для остаточного підтвердження чи спростування проникнення сторонньої особи на об'єкт, чи для визначення характеру об'єкту, що проник на охоронний периметр.

У деяких системах сигналізації периметру можуть додавати охорону сигналізацію з камерами відеоспостереження для відеофіксації можливого об'єкту чи суб'єкту, який проник на охоронний периметр.

1.2.4 Протизламна сигналізація

Для захисту і фіксації зламу вічна чи двері використовують протизламну сигналізацію для фіксації несанкціонованого відкриття двері чи вікна. У протизламній сигналізації використовують магнітні датчики (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Система протизламної сигналізації [8]

Магнітний датчик працює завдяки дії магніту на геркон. Під час відкриття двері чи вікна магніт діє на геркон, через що геркон розмикає свої контакти, що і є сигналом відкриття двері чи вікна.

1.3 Об'єкти руху

Об'єктом руху можна назвати пристрій, систему чи особу, яка здійснює переміщення у просторі у певному напрямку за певний час. Об'єктом руху може бути людина, тварина, автомобіль чи інші об'єкти, що рухаються.

Об'єктом руху у системах охоронних сигналізацій, зазвичай, є людина, бо людина є основним суб'єктом від якого необхідно використовувати охоронну сигналізацію. Щоб зафіксувати рух людини необхідно, щоб датчик руху міг ловити таку характеристику, яку має людина, чи на яку людина може впливати своїми діями.

1.4 Сучасні камери відеоспостереження

Невід'ємною складовою будь якої системи охоронної сигналізації спостереження об'єктів руху є камера відеоспостереження. Вона дозволяє фіксувати фото та відео зображення об'єкту спостереження та зміни на ньому, фіксувати рух об'єктів, напрямок руху та дії об'єкта спостереження. Ці функції камер відеоспостереження дозволяють аналізувати дії, що проходять на об'єкті спостереження, фіксувати несанкціоновані дії на об'єкті спостереження та приймати подальші дії по запобіганню несанкціонованих дій на об'єкті спостереження (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Сучасна камера відеоспостереження [9]

Більшість сучасних камер відеоспостереження оснащені вбудованими датчиками руху та системами аналізу руху. Завдяки цьому сучасні камери відеоспостереження можуть виконувати функції автоматичної фіксації на

об'єкті руху, початку відеозйомки об'єкту руху та відправлення повідомлення до керуючого пристрою про несанкціонований рух.

Для передачі інформації з камери відеоспостереження можуть використовувати як дротовий зв'язок, так і бездротове Wi-Fi з'єднання. Пряме дротове з'єднання забезпечує надійну та якісну передачу даних до керуючого пристрою, але керуючий пристрій при цьому повинен бути стаціонарним. Бездротова передача сигналу до керуючого пристрою дозволяє передавати відео з об'єкту спостереження на будь який пристрій, який приєднаний до загальної мережі.

1.5 Висновок до розділу 1

У підсумку до першого розділу можна робити такі висновки:

- розглянуто існуючі системи охоронної сигналізації, їх різновиди, основні складові, можливий функціонал та призначення кожної окремої охоронної системи;
- розглянуто існуючі камери відеоспостереження, основне призначення, можливий функціонал та можливості сучасних камер відеоспостереження;
- визначено необхідні компоненти для функціонування охоронної сигналізації.

2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ЗА СПОСТЕРЕЖЕННЯМ ОБ'ЄКТІВ РУХУ

2.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема системи керування дозволяє відобразити, як різні компоненти однієї системи взаємодіють один з одним. У СК охоронною сигналізацією це дозволяє розглянути як взаємодіє відеокамера, датчик руху, приймально-контрольний пристрій та пристрій керування між собою. Загальна структурна схема СК охоронної сигналізації спостереження об'єктів руху зображена на рисунку 2.1.

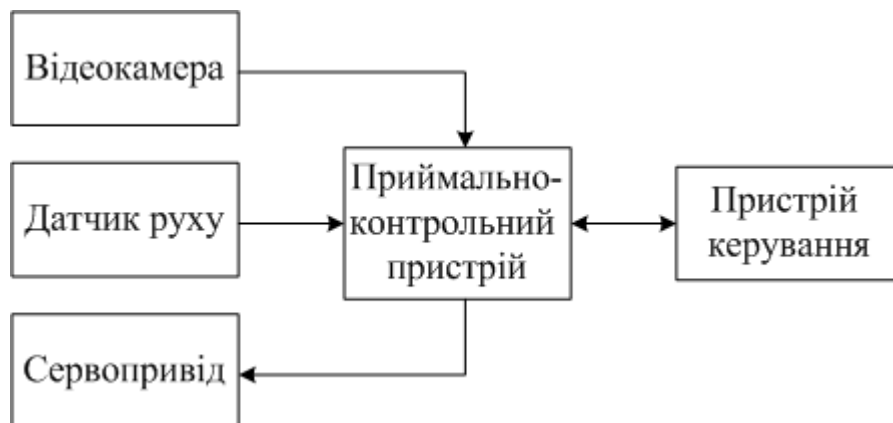


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи керування охоронною сигналізацією спостереження об'єктів руху

Датчик руху – це виконавчий пристрій, який відповідає за фіксацію руху на об'єкті спостереження. Коли даний датчик фіксує рух, він повідомляє про це приймально-контрольний пристрій, що змушує його почати свою роботу.

Камера відеоспостереження – це виконавчий пристрій, який відповідає за спостереженням за об'єктом руху, фото та відео фіксацію руху. Відеокамера надсилає на приймально-контрольний пристрій фото та відео об'єкту спостереження для аналізу та подальшого перенаправлення цих зображень до пристрою керування.

Сервопривід – це виконавчий пристрій, що використовується для переміщення відеокамери у напрямку до об'єктом руху. Сервопривід отримує від приймально-контрольного пристрою керуючі команду на напрямок повернення відеокамери до об'єкту спостереження.

Приймально-контрольний пристрій виконує обробку інформації, яку йому надає датчик руху та відеокамера, аналізує її та приймає рішення про подальшу передачу сигналу до пристрою керування. Він отримує інформацію з різних пристроїв. Від датчику руху він отримує інформацію про рух та його напрямок. Від відеокамери отримує зображення об'єкту руху, для подальшого аналізу та передачі зображення на керуючий пристрій. Від пристрою керування отримує команди на подальшу роботу всієї системи, її налаштування та параметри роботи. Є налаштованим пристроєм, що дозволяє обирати необхідні параметри для фіксації руху та передачі зображень до пристрою керування.

Пристрій керування відповідає за отримання інформації про стан об'єкта спостереження власника системи, налагодження всієї СК під необхідні параметри, вмикання та вимикання всієї системи, перемикання режимів роботи, отримання зображень спостерігаемого руху людині. Через пристрій керування людина контролює роботу всієї системи та отримує інформації про стан об'єкту спостереження.

2.2 Обґрунтування вибору програмно-апаратного комплексу

При виборі кожного окремого компоненту системи необхідно враховувати безліч факторів, таких як:

- простота монтажу та обслуговування пристроїв;
- вартість монтажу та обслуговування пристроїв;
- можливість модернізації та розширення пристроїв;
- надійність роботи пристроїв;
- ремонтпридатність окремих пристроїв;

2.2.1 Вибір мікроконтролера

Приймально-контрольний пристрій – це головне зв'язувальний елемент, який дозволяє об'єднати різні окремі пристрої в одну єдину систему. Для виконання даних задач приймально-контрольний пристрій повинен мати мікроконтролер, що дозволить задати алгоритм роботи всіх пристроїв у правильній послідовності, а також, таку кількість портів, щоб їх було достатньо для монтажу різних елементів у єдину систему.

У якості приймально-контрольного пристрою було обрано такий пристрій як Arduino Uno (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Плата Arduino Uno

Arduino Uno – це плата побудованій на основі мікроконтролері ATmega328. Для зручної роботи з мікроконтролером до складу Arduino Uno входять: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм

USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) та кнопка скидання (RESET). Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера чи батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою кабелю USB.

Для того, щоб плата Arduino Uno мала можливість взаємодіяти з різними пристроями в якості перетворювача інтерфейсів USB-UART використовує мікроконтролер ATmega16U2 замість FTDI мікросхеми.

Основні характеристики плати Arduino Uno наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики плати Arduino Uno

Назва характеристики	Значення характеристики
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Бажана напруга живлення	7-12В
Максимальна напруга живлення	6-20В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з них ШІМ)
Аналогові входи	6
Flash пам'ять програм	32Кб
Оперативна пам'ять	2Кб
Тактова частота	16 МГц

Arduino Uno може житись від USB або від зовнішнього джерела живлення - тип джерела вибирається автоматично.

Як зовнішнє джерело живлення (не USB) може використовуватися мережний AC/DC-адаптер, акумулятор чи батарея. Штекер адаптера встановлюється у відповідний роз'єм живлення на платі. У разі живлення від акумулятора чи батареї, її дроти необхідно підключити до портів Gnd та Vin роз'єму POWER. Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 В. Зменшення напруги живлення нижче 7В призводить до

зменшення напруги на порті 5V, що може спричинити нестабільну роботу пристрою. Збільшення напруги більше 12В може призводити до перегріву стабілізатора напруги та виходу плати з ладу. Через це при живленні плати Arduino Uno бажано використовувати джерела живлення, які можуть живити плату у діапазоні від 7 до 12 В.

Об'єм флеш-пам'яті ATmega328 становить 32 КБ (з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем). Мікроконтролер також має 2 КБ пам'яті SRAM та 1 КБ EEPROM.

З використанням функцій `pinMode()`, `digitalWrite()` і `digitalRead()` кожен із 14 цифрових портів може працювати як вхід або вихід. Рівень напруги на портах обмежений 5В. Максимальний струм, який може віддавати або споживати один порт, становить 40 мА. Всі порти пов'язані з внутрішніми резисторами (за замовчуванням відключеними) номіналом 20-50 кОм.

Arduino Uno має 6 аналогових входів (A0 - A5), кожен з яких може представити аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа. За замовчуванням вимірювання напруги здійснюється відносно діапазону від 0 до 5 В. При необхідності, верхню межу цього діапазону можна змінити, використовуючи порт AREF та функцію `analogReference()`.

Arduino Uno надає низку можливостей для здійснення зв'язку з ПК, ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. У ATmega328 є приймач UART, що дозволяє здійснювати послідовний зв'язок за допомогою цифрових портів 0 (RX) і 1 (TX). Мікроконтролер ATmega16U2 на платі забезпечує зв'язок цього порта з USB-портом ПК, і при підключенні до ПК дозволяє Arduino визначатися як віртуальний COM-порт.

Arduino Uno програмується за допомогою програмного забезпечення Arduino IDE. Завдяки мікроконтролеру ATmega328, вбудованому у Arduino Uno, додаткових програматорів для програмування не потрібно.

Код прошивки мікроконтролера ATmega16U2 (або 8U2 на платах версії R1 та R2) знаходиться у вільному доступі. Прошивка ATmega16U2/8U2

включає DFU-завантажувач (Device Firmware Update), що дозволяє оновлювати прошивку мікроконтролера.

Щоб щоразу перед завантаженням програми не потрібно натискати кнопку скидання, Arduino Uno спроектований таким чином, що дозволяє здійснювати його скидання програмно з підключеного ПК. Один із портів ATmega16U2, що бере участь в управлінні потоком даних (DTR), з'єднаний з виведенням RESET мікроконтролера ATmega328 через конденсатор номіналом 100 нФ. Коли на лінії DTR з'являється нуль, порт RESET також перетворюється на нульовий рівень на час, достатній для перезавантаження мікроконтролера. Така архітектура дозволяє зменшити тайм-аут завантажувача, оскільки процес прошивки завжди синхронізований зі зменшенням сигналу на лінії DTR [10].

Перевагою плати Arduino Uno є простота монтажу і програмування пристрою, дешевизна модулю, відкритість креслення та програмного забезпечення для плати, що дозволяє, у деяких ситуаціях, самостійно виготовити плату та програмне забезпечення для подальшого використання.

2.2.2 Вибір відеокамери

Камера відеонагляду – це пристрій, за допомогою якого система може фіксувати зображення об'єкту руху.

У якості камери відеонагляду було обрано модуль ширококутної камери 2Мп OV2640.

Камерний модуль ширококутна камера 2Мп OV2640 має достатні характеристики для якісного функціонування системи відеоспостереження. Основні характеристики характеристики камерного модулю 2Мп OV2640 наведені у таблиці 2.2 [11].

Таблиця 2.2 – Основні характеристики камерного модулю 2Мп OV2640

Назва характеристики	Значення характеристики
Тип матриці	OV2640 2MP
Кут огляду	160° градусів
Максимальна роздільна здатність матриці	Відео - UXGA 1600x1200 (15 fps) / SVGA 800x600 (30 fps)
Підтримка форматів відеозахвату	8/10-bit Raw RGB, YUV(422/420), RGB565/555

Для функціонування камерного модулю 2Мп OV2640 у системі необхідно, щоб камерний модуль був під'єднаний до приймально-контрольного пристрою.

Оскільки, плата Arduino Uno не має вбудованого шлейфу підключення камерного модулю 2Мп OV2640, тому для передачі даних з камери на приймально-контрольний пристрій було обрано плату ESP32-CAM (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Плата ESP32-CAM з камерним модулем Мп OV2640

ESP32-CAM – це плата з мікроконтролером ESP32, яка використовується для обробки та передачі фото та відео до оператора системи.

ESP32-CAM використовує мікроконтролер ESP32. Мікроконтролер ESP32 використовує 2 ядерний, 32-бітний процесор з робочою частотою 240 МГц. ESP32-CAM використовує 520 КБ вбудованої оперативної плати та 4 МБ зовнішньої оперативної пам'яті [12].

Перевагою плати ESP32-CAM є простота монтажу і програмування пристрою, дешевизна модулю, відкритість креслення та програмного забезпечення для плати, що дозволяє, у деяких ситуаціях, самостійно виготовити плату та програмне забезпечення для подальшого використання. Плата ESP32-CAM може використовуватися, як приймально-контрольний пристрій з підключенням до нього всіх компонентів системи відеоспостереження для роботи однієї камери відеонагляду. Через це як приймально-контрольний пристрій використовується Arduino Uno, бо Arduino Uno можна використовувати для об'єднання декількох камер відеонагляду у єдину систему.

2.2.3 Вибір датчику руху

Датчик руху – пристрій, який при зміні свого стану надсилає сигнал на приймально-контрольний пристрій сигнал, що він зафіксував рух об'єкту спостереження. За принципом дії датчики руху поділяються на мікрохвильові, ультразвукові, інфрачервоні, лазерні та томографічні датчики руху.

Ультразвукові датчики руху працюють на основі Доплеровського ефекту. Під час своєї дії ультразвуковий датчик випромінює звук частоти від 20 до 60 кГц, звичайне людське вухо не може сприймати звук на даних частотах. Коли випромінений звук досягає до об'єкта руху, звук відбивається від нього і потрапляє до датчика. Після повернення відбитого звуку до датчику він фіксує зміну часу та відстані між датчиком і об'єктом руху та надсилає сигнал до приймально-контрольного пристрою.

Ультразвукові датчики руху використовуються в системах де необхідно зафіксувати рух об'єкту руху у охоронних системах, чи системах фіксації руху (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Ультразвуковий датчик руху [13]

Мікрохвильові датчики руху працюють на основі Доплеровського ефекту (рис. 2.5). Для випромінювання мікрохвильової хвилі у даному типі датчиків руху використовують антену. При проходженні об'єкта руху у периметрі дії мікрохвильового датчика руху, об'єкт руху буде відбивати від себе мікрохвильові хвилі, які будуть відбиті назад до антени. Зазвичай, мікрохвильові датчики руху використовуються для систем увімкнення освітлення у периметрі роботи.

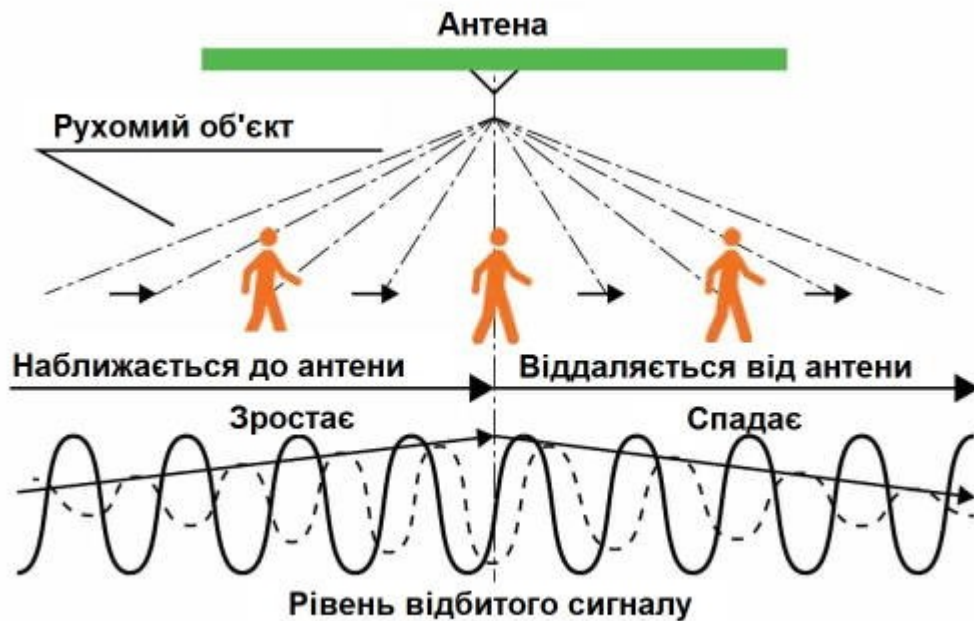


Рисунок 2.5 – Мікрохвильовий датчик руху [13]

Томографічні датчики руху працюють на основі Доплеровського ефекту. Вони використовують радіохвилі для фіксації руху. Завдяки властивостям радіохвилі, дані датчики мають високу проникну здатність та високу дальність дії. Зазвичай, томографічні датчики руху використовуються для систем увімкнення освітлення у великих площах роботи.

Лазерні датчики руху працює на основі взаємодії між лазерним світлодіодом та фотодіодом. У звичайному режимі світло від лазера потрапляє до фотодіоду і фіксується ним. Коли між лазером та фотодіодом потрапляє об'єкт спостереження, фотодіод втрачає сигнал від лазерного світлодіоду і надсилає до приймально-контрольного пристрою сигнал, що зафіксовано рух. Лазерні датчики рух використовуються у турнікетах, у системах спостереження руху та інших системах.

Інфрачервоний датчики руху працюють на основі виміру інфрачервоного випромінення об'єктів спостереження. Будь який об'єкт, у звичайній ситуації, випромінює тепло, що і є інфрачервоним випроміненням. Коли у периметрі роботи інфрачервоного датчику проходить такий об'єкт який

випромінює інфрачервоне випромінення відрізне від навколишнього середовища, датчик руху фіксує це і надсилає до приймально-контрольного пристрою сигнал, що зафіксовано рух. Це найпростіші з можливих датчиків руху [13].

У якості датчику рух було обрано такий пристрій як інфрачервоний датчик руху HC-SR505 (рис.2.7).

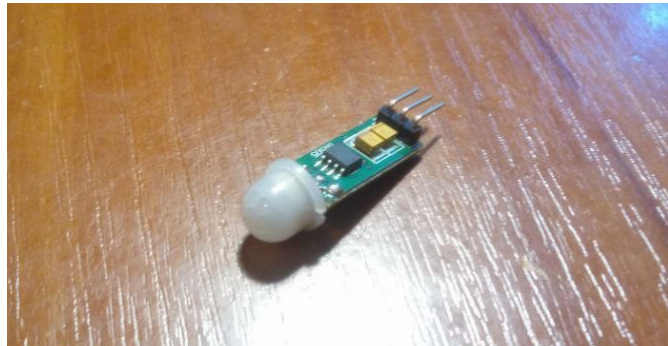


Рисунок 2.7 – Інфрачервоний датчик руху HC-SR505

HC-SR505 – інфрачервоний датчик руху який використовується в охоронних системах, системах управління освітлення, „розумних будинках“ та інших системах, де необхідно зафіксувати рух об’єкту.

Пасивний PIR сенсор дозволяє з відстані у 3 метри зафіксувати рух об’єкта спостереження, яким може бути будь який об’єкт, що рухається. Датчик має 3 виходи. Входи „+“ та „-“ використовуються для живлення датчику, вхід „out“ використовується для надсилання сигналу.

Коли PIR сенсор не фіксує поблизу об’єкт спостереження він надсилає на вхід „out“ сигнал у вигляді логічного нуля (0 В). При проходженні через PIR сенсор об’єкт спостереження він надсилає на вхід „out“ сигнал у вигляді логічної одиниці (3,3 В) в продовж 8 секунд [14].

Детальні характеристики датчик руху HC-SR505 наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики датчик руху HC-SR505

Назва характеристики	Значення характеристики
Напруга живлення	4.5-20 В
Струм живлення	<60 мкА
Напруга на виході „out“	3.3 В
Дистанція спрацювання	3 м
Кут спрацювання	80°-100°
Довжина імпульсу при спрацюванні	8-12 с

Перевагою PIR датчик руху HC-SR505 є простота монтажу і програмування пристрою та дешевизна модулю. ІЧ-датчик руху дозволяє фіксувати ІЧ, що випромінює людина, завдяки чому можна фіксувати рух людини у просторі.

2.2.4 Вибір допоміжних модулів

Для системи спостереження об'єктів руху у декількох можливих напрямках необхідно зробити так, щоб камера відеоспостереження та датчик руху мали змогу змінювати напрямок своєї дії у просторі. Для надання такої можливості до система спостереження об'єктів руху було додано такий пристрій сервопривід.

Сервопривід – пристрій, за допомогою якого можна міняти положення пристроїв спостереження у залежності від необхідного напрямку спостереження. Будь який сервопривід складається з двигуну, редуктору та плати керування. Коли на плату керування надходить імпульси певної періодичності, вона сприймає ці сигнали як команду переміщення куту сервоприводу на інший кут, в залежності від наданого імпульсу. Кут повороту сервоприводу залежить від тривалості імпульсів, що надходять на плату керування. Імпульси довжиною у 1,5 мс сприймається як стан спокою. Імпульс у діапазонах менше ніж 1,5 мс сприймається як команду оберту проти

годинникової стрілки. Імпульс у діапазонах більше ніж 1,5 мс сприймається як команду оберту за годинникової стрілки [15].

У якості сервоприводу було обрано такий пристрій як Micro Servo 9g SG90 (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Сервопривід Micro Servo 9g SG90

Сервопривід Micro Servo 9g SG90 використовує 3 входи: червоний провід – „+“; коричневий провід – „-“; жовтий провід – керування. Проводи червоного та коричневого кольору використовують для живлення сервоприводу, провід жовтого кольору використовують для керування напрямку повороту сервоприводу [16].

Детальні характеристики сервопривід Micro Servo 9g SG90 наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики сервопривід Micro Servo 9g SG90

Назва характеристики	Значення характеристики
Напруга живлення	3.5-5 В
Струм роботи	50-80 мА

Продовження таблиці 2.4

Назва характеристики	Значення характеристики
Струм спокою	5-10 мА
Кут повороту	90°-180°
Ширина мертвої зони	4 мкс

2.3 Монтаж обраних елементів

Апаратна частина системи охоронної сигналізації спостереження об'єктів руху складається з таких пристроїв та деталей:

- мікроконтролер Arduino Uno;
- камера відеонагляду OV2640;
- іч-датчик руху HC-SR505;
- сервопривід Micro Servo 9g SG90;
- кабелів для з'єднання пристроїв Dupont;
- макетна плата;

За можливістю, необхідно виготовити корпус, для більш надійної конструкції виробу. У якості пристрою керування буде використано ПК з можливістю підключення до Internet.

Щоб камера відеоспостереження могла передавати зображення до пристрою керування необхідно запрограмувати плату ESP32-CAM на передачу даних.

Принципову схему підключення пінів плати ESP32-CAM до пінів плати мікроконтролера Arduino Uno наведеній на рисунку 2.9.

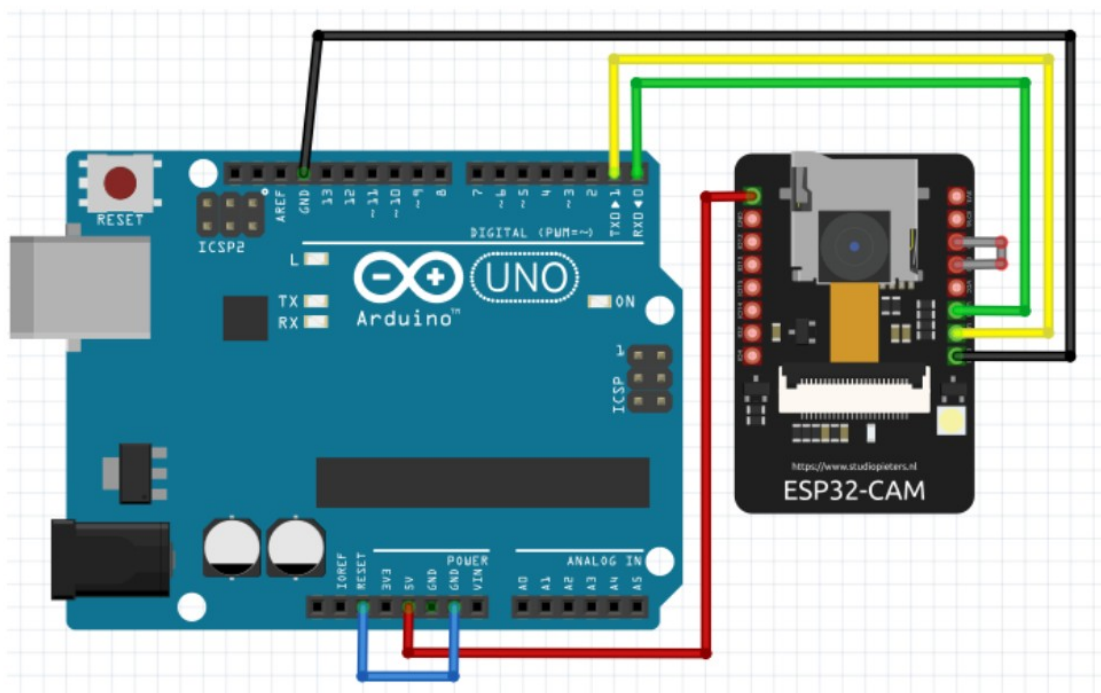


Рисунок 2.9 – Принципова схема підключення плати ESP32-CAM з платою мікроконтролера Arduino Uno для програмування у програмі Fritzing

Живлення плати ESP32-CAM може здійснюватися як від зовнішнього джерела живлення, так і від самої плати Arduino Uno.

Для зв'язку та завантаження програми до ESP32-CAM необхідно приєднати роз'єми U0T та U0R до роз'ємів Arduino Uno TX та RX відповідно.

На платі ESP32-CAM необхідно приєднати роз'єми GPIO-0 та GND між собою, для можливості програмування плати. На платі Arduino Uno необхідно приєднати роз'єми Reset та GND між собою.

Підключена плата ESP32-CAM до плати Arduino Uno наведено на рисунку 2.10.

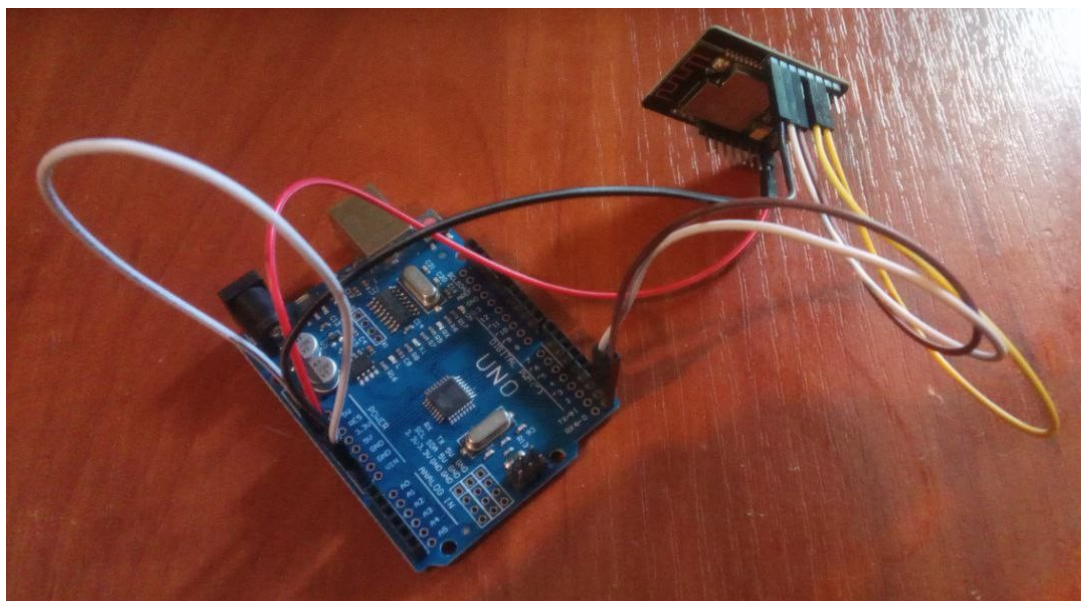


Рисунок 2.10 – Підключена плата ESP32-CAM до плати Arduino Uno

Під'єднання пінів плати ESP32-CAM та плати Arduino Uno наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Підключення пінів.

Піни ESP32-CAM	Піни Arduino Uno
U0T	TX (1)
U0R	RX (0)
5V	5V
GND	GND
GPIO-0 → GND	Reset → GND

Після програмування плат ESP32-CAM та Arduino Uno необхідно підключити до Arduino Uno плату ESP32-CAM, PIR датчик руху та сервопривід.

При підключенні ІЧ-датчику руху HC-SR505 до плати Arduino Uno піни VCC (+) та GND (-) можна з'єднувати як із зовнішнім джерелом живлення, так

і живити його від плати Arduino Uno. Пін OUT датчику руху підключається до піну D3 плати Arduino Uno для отримання інформації о фіксації руху.

При підключенні сервоприводу Micro Servo 9g SG90 до плати Arduino Uno піни VCC (+) та GND (-) можна з'єднати як із зовнішнім джерелом живлення, так і живити його від плати Arduino Uno. Пін Pulse сервоприводу підключається до піну D2 плати Arduino Uno для керування руху сервопривода.

Для передачі зображення від плати ESP32-CAM до плати Arduino Uno необхідно підключити пін GPIO-1 ESP32-CAM до піну D1 Arduino Uno, та пін GPIO-3 ESP32-CAM до піну D0 Arduino Uno. Живлення плати ESP32-CAM можна підключити як і від окремого джерела живлення, так і від плати Arduino Uno.

Принципову схему підключення елементів пристрою між собою наведено на рисунку 2.11.

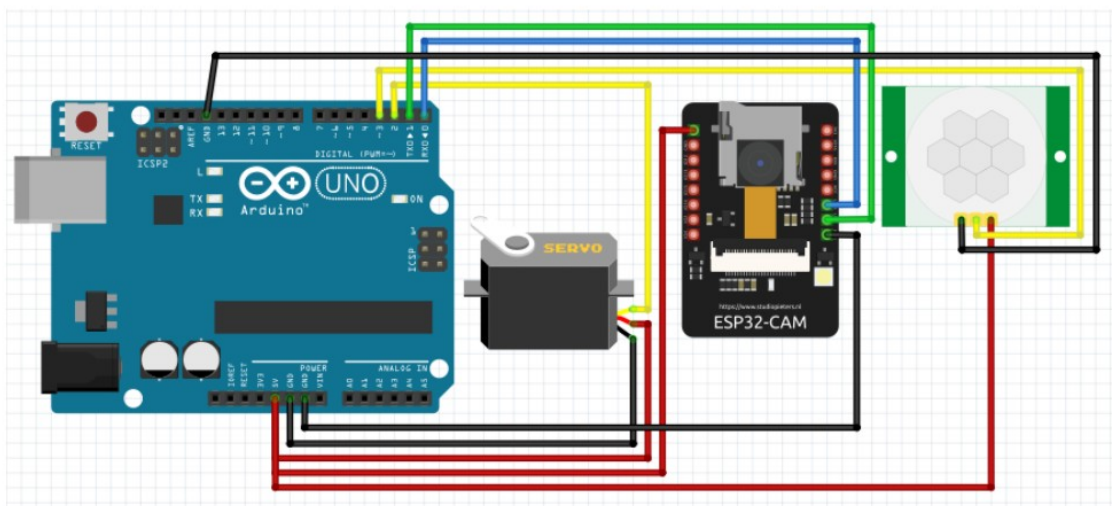


Рисунок 2.11 – Принципова схема пристрою у програмі Fritzing

2.4 Висновок до розділу 2

Для створення автоматизованої системи керування функціонування охоронної сигналізації спостереження об'єктів руху у якості приймально-контрольного пристрою було обрано плату Arduino Uno.

Серед основних пристроїв для функціонування системи було обрано такі модулі як:

- HC-SR505 – ІЧ-датчик руху;
- OV2640 – камера відеонагляду;
- Micro Servo 9g SG90 – сервопривід;

3 РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ЗА СПОСТЕРЕЖЕННЯМ ОБ'ЄКТІВ РУХУ

3.1 Програмне забезпечення

Для можливості функціонування апаратів, задання характеристик їх роботи необхідно розробити певне програмне забезпечення, яке буде відповідати необхідним нам умовам.

Для розробки програмного забезпечення на пристроях Arduino використовують таке програмне забезпечення, як Arduino IDE.

Arduino IDE – це інтегроване середовище розробки програмного забезпечення, розробленого компанією Arduino. Arduino IDE відноситься до програмного забезпечення, яке розповсюджується по відкритій ліцензії GNU, що надає переваги у якості роботи та безпеці використання цього програмного забезпечення [17].

Інтерфейс інтегрованого середовища розробки Arduino IDE наведено на рисунку 3.1.

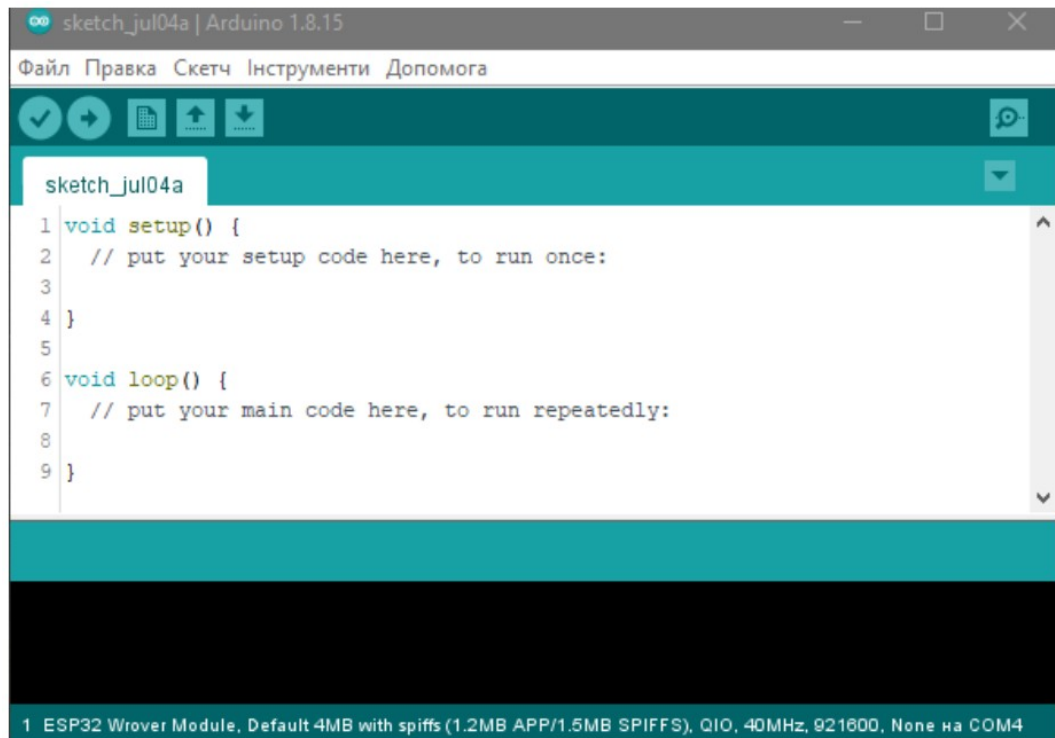


Рисунок 3.1 – Інтерфейс Arduino IDE

Програми, які були написані у Arduino IDE називають скетчами. Скетчи складають з відкритих бібліотек, у яких наведено готові та відкриті рішення для програмного забезпечення пристроїв Arduino та сумісних з ними пристроями.

Мовами програмування, на яких розробляється програмне забезпечення для пристроїв Arduino та сумісних з ними пристроями, є Сі та С++ з вбудованими бібліотеками Wiring та AVR Libc, що дозволяє просто та швидко додавати та редагувати необхідні функції у програмному забезпеченні.

При розробці програмного забезпечення для охоронної сигналізації необхідно, щоб при спрацюванні датчику руху оператор отримував сигнал о фіксації руху.

Для реалізації цього необхідно, щоб датчик руху спрацьовував, а при фіксації чи відсутності виконував певні дії.

При фіксації руху датчиком руху програма починає надсилати до оператора сигнал о спрацюванні датчику руху, у вигляді мигання вбудованого у

плату Arduino Uno світлодіод. Мигаючий сигнал використовується замість звичайної постійної роботи світлодіода, бо перериваючийся сигнал сприймається людиною більш активно, ніж постійний сигнал.

Камера відеоспостереження, завдяки окремому модулю, може постійно відправляти зображення до пристрою керування. Це необхідно, щоб оператор міг постійно отримувати зображення про стан охороняемого об'єкту у реальному часі.

Для можливості охопити більшу територію огляду необхідно, щоб камера відеоспостереження могла змінювати напрямок огляду. Для цього було використано сервопривід. При фіксації руху датчиком руху, сервопривід починає обертати камеру відеонагляду по периметру необхідного периметру огляду.

Коли оператор після фіксації руху датчиком руху підтверджує наявність несанкціонованого руху, він повинен у відповідності до своїх інструкцій виконати певні дії для запобігання подальших небажаних дії від несанкціонованого об'єкту руху. Після цього оператор повинен натиснути кнопку Reset на платі Arduino Uno для перезавантаження системи і початку циклу роботи системи.

При відсутності руху датчиком руху програма вимикає світлодіод, що повідомляє оператору про відсутність руху у периметрі спостережень та виставляє камеру відеоспостереження у своє стандартне положення. Після даних дій система очікує подальших сигналів від датчику руху.

Блок-схема розробленої програми наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Блок-схема розробленої програми

3.2 Програмування обраних елементів

Для програмування плати ESP32-CAM необхідно, щоб у Arduino IDE було додано бібліотеку із програмним забезпеченням ESP32 (рис. 3.3).

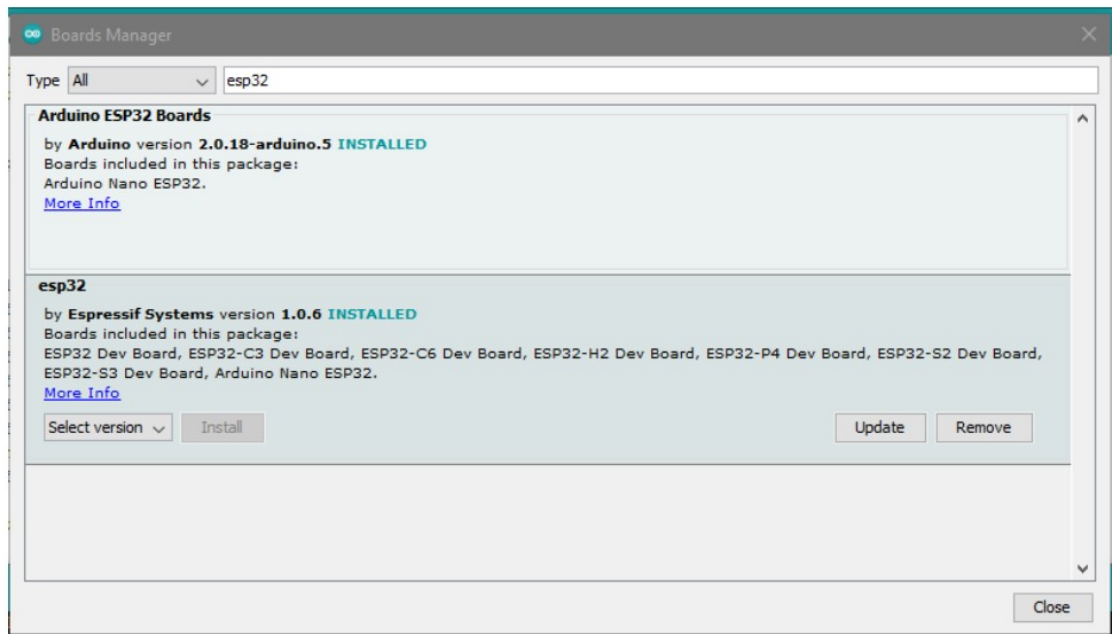


Рисунок 3.3 – Встановлена бібліотека за програмним забезпеченням ESP32

Плата ESP32-CAM була запрограмована стандартним програмним забезпеченням ESP32 версії 1.0.6.

Для програмування мікроконтролера Arduino Uno для керування сервоприводом було використано бібліотеку <Servo.h>. Бібліотека <Servo.h> – це базова бібліотека, яка одразу завантажена разом із Arduino IDE.

3.3 Завантаження коду

Для завантаження програмного забезпечення на плату ESP32-CAM необхідно приєднати до плати ESP32-CAM програматор. На рисунку 3.1 зображено принципову схему приєднання плати ESP32-CAM до

мікроконтролера Arduino Uno, щоб запрограмувати плату ESP32-CAM. У таблиці 3.1 наведено підключення пінів плати ESP32-CAM до мікроконтролера Arduino Uno, для програмування плати ESP32-CAM.

Піни 5V та GND використовуються для живлення плати ESP32-CAM від мікроконтролера Arduino Uno. Живити плату ESP32-CAM можна окремим джерелом живлення, якщо мікроконтролер Arduino Uno не зможе надавати стабільну напругу для програмування плати ESP32-CAM.

Піни U0T та U0R плати ESP32-CAM під'єднуються до пінів TX та RX мікроконтролера Arduino Uno, для можливості передачі даних між ESP32-CAM та Arduino Uno.

Щоб можна було завантажити програму до плати ESP32-CAM необхідно, щоб пін GPIO-0 плати ESP32-CAM був під'єднаний до піну GND, та пін Reset мікроконтролера Arduino Uno також до піну GND. Це необхідно для того, щоб можна було завантажити програмне забезпечення на плату ESP32-CAM.

Після завантаження програмного забезпечення на плату ESP32-CAM необхідно перезавантажити плату за допомоги кнопки Reset, попередньо від'єднавши пін GPIO-0 від піну GND.

Зображення розташування кнопки Reset на платі ESP32-CAM наведено на рисунку 3.4.

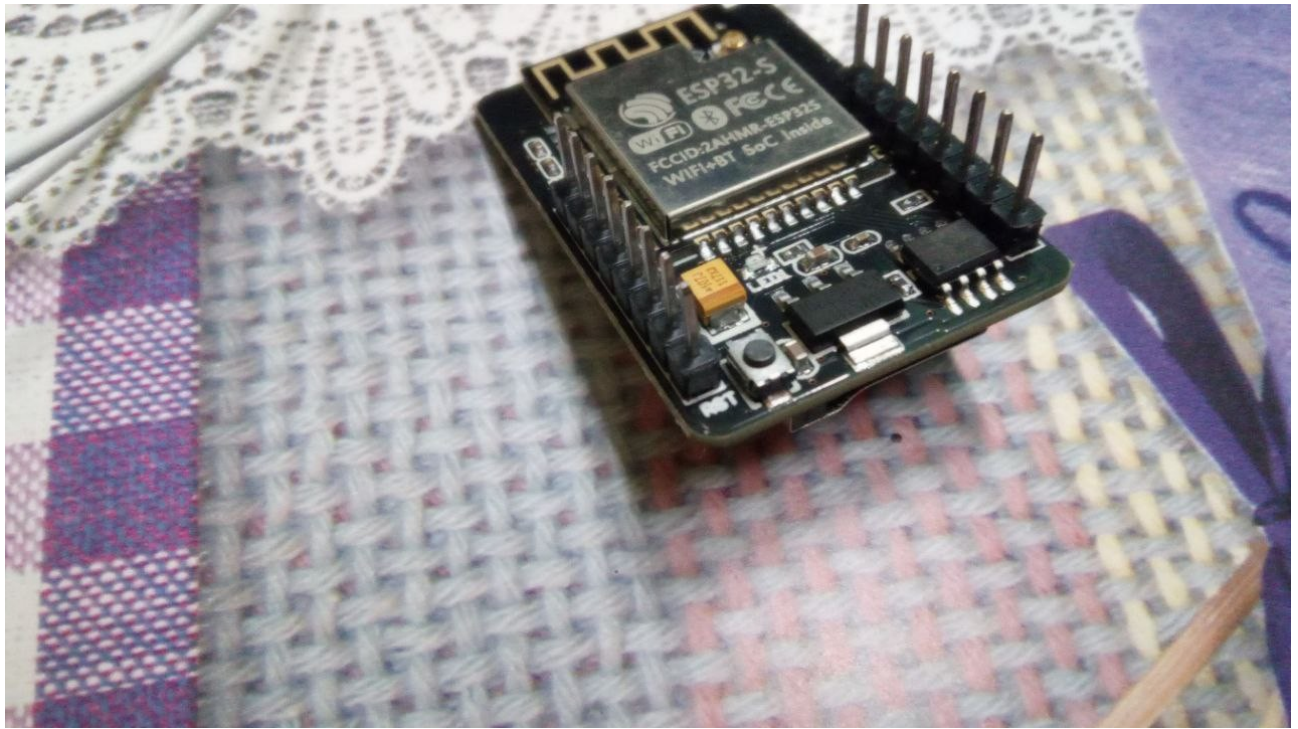


Рисунок 3.4 – Кнопка Reset плати ESP32-CAM

Після завантаження програмного забезпечення, у Arduino IDE у вкладці «Serial Monitor» буде надіслано IP адреса камери відеонагляду. При введенні наданої адреси у веб-браузері буде відкрито інтерфейс керування камерою відеоспостереження.

Для завантаження програмного забезпечення мікроконтролера Arduino Uno необхідно під'єднати порт USB до ПК з встановленим Arduino IDE. Після необхідно почати компіляцію розробленого програмного забезпечення до мікроконтролера Arduino Uno. Коли програмне забезпечення буде завантажене необхідно буде перезавантажити плату за допомоги кнопки Reset на платі Arduino Uno.

Зображення розташування кнопки Reset на платі Arduino Uno наведено на рисунку 3.5.

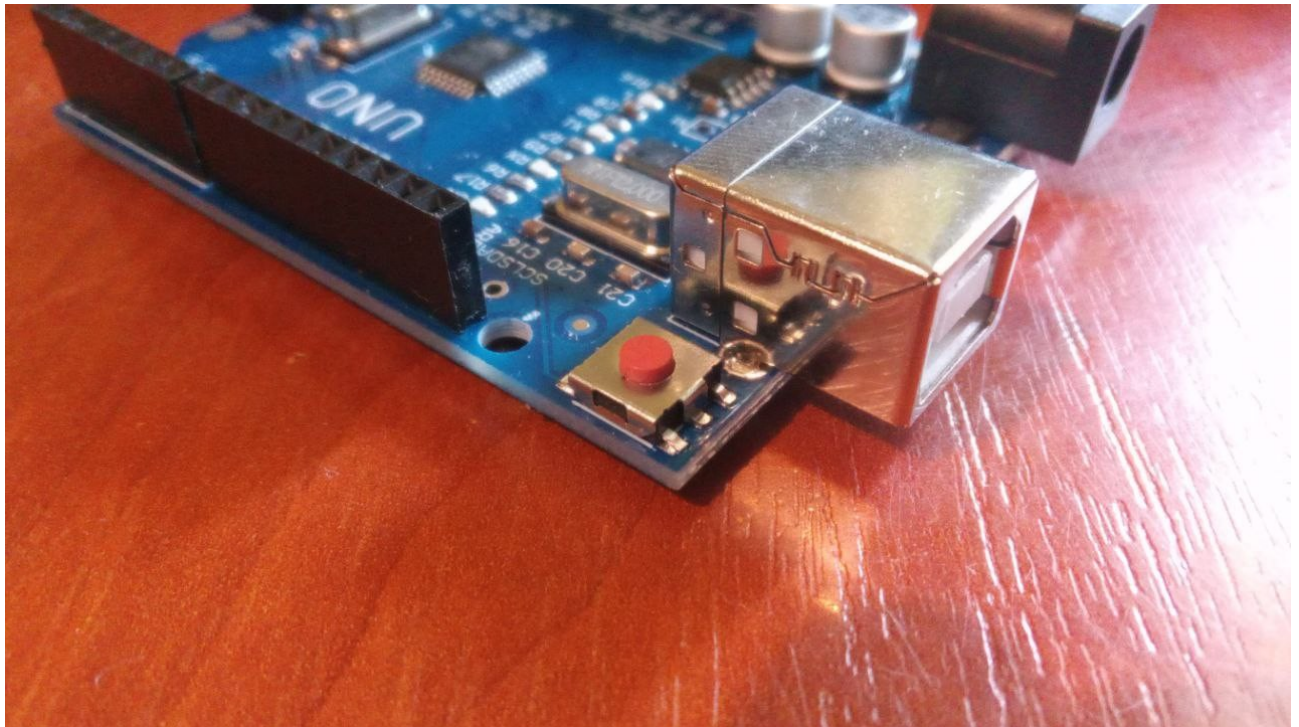


Рисунок 3.5 – Кнопка Reset на платі Arduino Uno

3.5 Висновок до розділу 3

Для функціонування автоматизованої системи керування функціонування охоронної сигналізації спостереження об'єктів руху було розроблено програмне забезпечення яке дозволяє системі:

- фіксувати рух об'єкту руху у периметрі спостереження;
- надавати зображення об'єкту руху у реальному часі;
- повідомляти оператора системи про несанкціонований рух у периметрі спостереження.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Перевірка роботи розробленою системи

Для перевірки працездатності камери відеоспостереження необхідно підключити камеру відеоспостереження до ПК. У Arduino IDE при відкритті вкладки „Serial Monitor“ (рис. 4.1) буде повідомлено про стан камери відеоспостереження, підключення до мережі передачі даних камерного модулю.

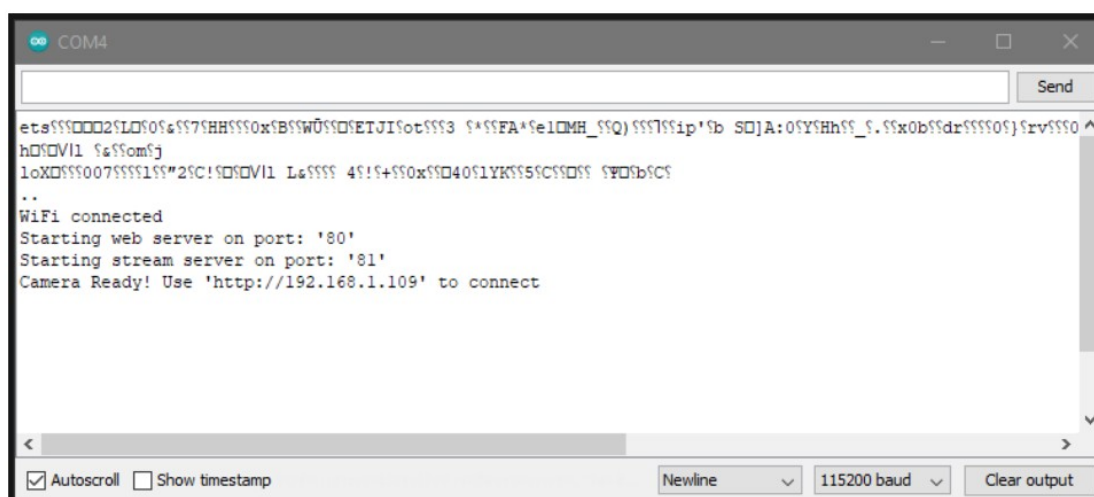


Рисунок 4.1 – Вкладка „Serial Monitor“ у Arduino IDE

При відкритті наданого посилання буде відобразитися інтерфейс з налаштуванням та відображенням зображення периметру об’єкту спостережень (рис. 4.2).

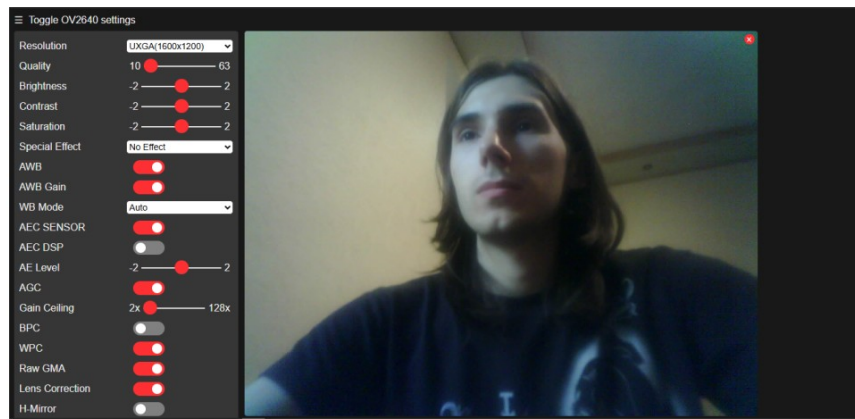


Рисунок 4.2 – Інтерфейс камери відеоспостереження.

Для перевірки можливості системи фіксувати рух об'єкту руху необхідно підключити систему до джерела живлення. Після початку роботи необхідно зімітувати проходження об'єкту руху вздовж периметру фіксації датчиком руху необхідним сигналом для його спрацювання. Після фіксації руху система починає відправляти сигнал оператору системи, у вигляді мигання світлодіоду на платі Arduino Uno, та починається оберт сервоприводу вздовж периметру спостережень.

На рисунку 4.3 зображено мигання світлодіоду для повідомлення оператора про рух.

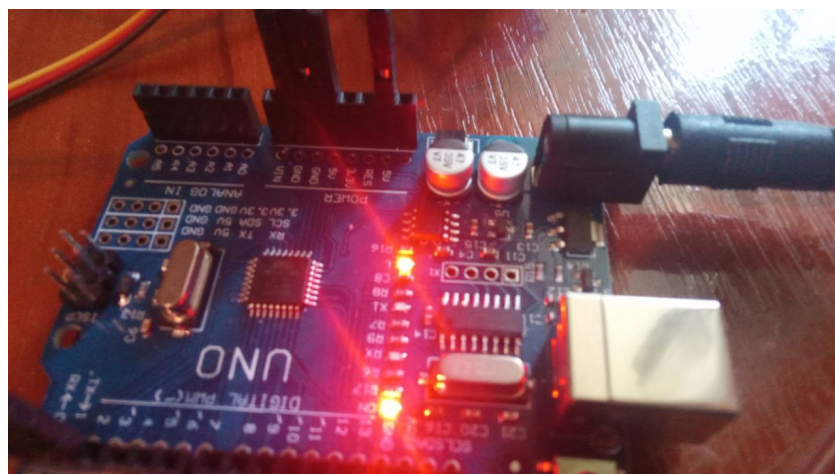


Рисунок 4.3 – Мигання світлодіоду для повідомлення оператора про рух

На рисунку 4.4 зображено оберт сервопривода для збільшення периметру спостереження за об'єктом руху.

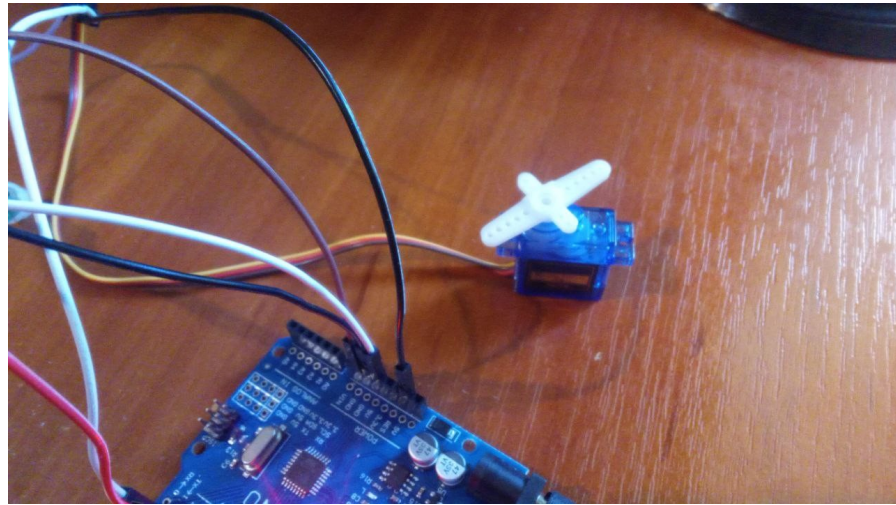


Рисунок 4.4 – Оберт сервопривода для збільшення периметру спостереження за об'єктом руху

Після закінчення роботи, чи при відсутності фіксації руху датчиком руху світлодіод вимикається, а сервопривід повертається до стандартного положення.

На рисунку 4.5 зображено вимкнутий світлодіод після закінчення роботи системи

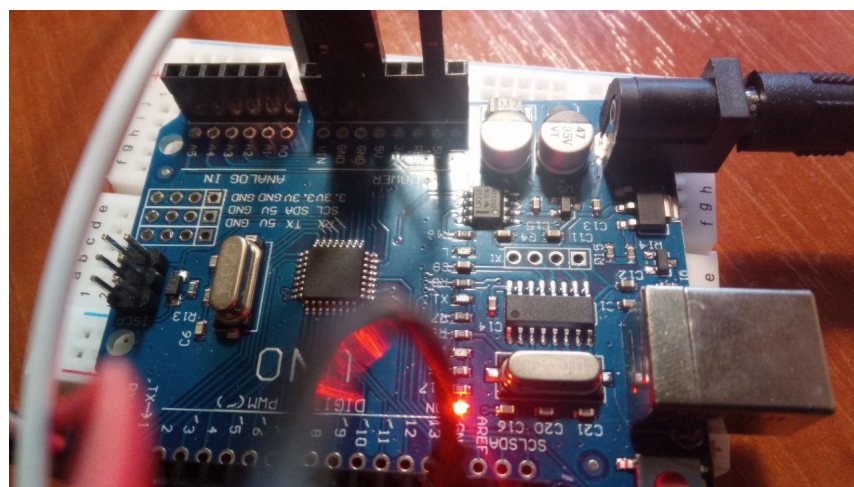


Рисунок 4.5 – Вимкнутий світлодіод

На рисунку 4.6 зображено вимкнтий сервопривід після закінчення роботи системи.



Рисунок 4.6 – Вимкнтий сервопривід

4.2 Охорона праці оператора системи

Дотримання правил охорони праці є головною умовою попередження виробничого травматизму. Знання виробничих процесів, устаткування, інструментів та приладів, а також безпечних способів і прийомів в роботі створюють умови для продуктивної праці без травматизму. Недотримання правил охорони праці та необережне поводження з електротехнічним устаткуванням може призвести до тяжких наслідків і навіть до смертельних результатів.

«Оператором з охоронної сигналізації (далі – оператор) може працювати особа, яка досягла 18-річного віку, має вищу освіту відповідного напрямку, володіє екранним пристроєм на рівні стандартного прикладного програмного забезпечення, основами мережевих технологій, пройшла вступний інструктаж з питань охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, інструктаж з пожежної безпеки, а також пройшла медичний огляд та не має протипоказань до виконання обов'язків за станом здоров'я.

З метою дотримання правил охорони праці оператор повинен:

- керуватися вимогами правил внутрішнього трудового розпорядку, інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки;
- суворо дотримуватись правил особистої гігієни та санітарних правил;
- не допускати на своє робоче місце сторонніх осіб;
- не приступати і не виконувати роботу у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані;
- знати місця розташування аптечки та первинних засобів пожежогасіння і вміти користуватися ними [18; 19; 20]».

«Перед початком роботи оператор повинен переконатися візуально у відсутності механічних ушкоджень корпусів екранного пристрою, засобів оргтехніки та іншого обладнання.

Впевнитись у якості освітлення, наявності рекомендованого контрасту між екраном і навколишнім середовищем. Робоче місце має бути розташованим таким чином, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Перевірити справність шнурів живлення, вимикачів, розеток, штепсельних з'єднань, надійність роботи вентиляційної системи.

Очистити екранний пристрій від пилу та інших забруднень.

Утримувати в порядку і чистоті робоче місце. Не захаращувати проходи до робочого місця сторонніми предметами і речами, які зменшують тепловіддачу засобів оргтехніки та іншого обладнання.

Стежити за справністю екранного пристрою, засобів оргтехніки та іншого устаткування, дотримуватися правил їх експлуатації.

При тривалій відсутності на робочому місці відключати від електромережі засоби оргтехніки та інше устаткування, крім обладнання, яке використовується цілодобово [21]».

«Контролювати виконання рекомендацій щодо:

- проведення регламентованих законодавством і правилами внутрішнього розпорядку короточасних перерв в роботі;

- проведення комплексу вправ для очей, для рук, для хребта (вироблення правильної постави), для поліпшення мозкового кровообігу, а також сеансів психофізіологічного розвантаження.

Не допускається:

- виконання технічного обслуговування і ремонту екранного пристрою безпосередньо на робочому місці працівника;

- відключення захисних пристроїв, самочинне проведення зміни у конструкції екранного пристрою;

- робота з екранними пристроями, у яких під час роботи виникають нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані та інші несправності;

- робота при знятих і пошкоджених кожухах захисту засобів оргтехніки та іншого обладнання;

- доторкатись руками до рухомих частин засобів оргтехніки та іншого обладнання [21]».

«Після закінчення роботи оператор зобов'язаний:

- відключити від електромережі екранний пристрій, засоби оргтехніки та інше устаткування, крім обладнання, яке використовується цілодобово (мережеві сервери тощо);

- впорядкувати робоче місце, провітрити приміщення;

- привести себе у порядок, вимити руки і обличчя та перевдягнутись.

При виникненні аварії або ситуації, яка може призвести до неї, потрібно вжити всіх можливих заходів з її усунення, попередити тих, хто поруч, про небезпеку, повідомити про подію безпосереднього керівника та діяти згідно з планом ліквідації аварії.

У разі несправності електрообладнання, яке перебувало в експлуатації, перериванні подачі електроенергії чи появи незвичного шуму, диму слід негайно зупинити його роботу.

У випадку пожежі необхідно:

- вжити заходів щодо евакуації працівників із приміщення відповідно до плану евакуації та негайно повідомити пожежну службу;
- сповістити про подію керівництво підприємства;
- приступити до ліквідації загоряння відповідно до інструкції з пожежної безпеки наявними первинними засобами пожежогасіння.

Якщо стався нещасний випадок і є потерпілі, а також при раптовому захворюванні працівника необхідно:

- усунути дію на організм небезпечних та шкідливих факторів, які загрожують здоров'ю і життю потерпілого (звільнити його від дії електричного струму, винести із зараженої території, загасити одяг, що горить тощо);
- надати потерпілому домедичну допомогу (залежно від ураження — відновити прохідність дихальних шляхів, провести штучне дихання, зовнішній масаж серця, зупинити кровотечу, іммобілізувати місце перелому, наклавши пов'язку, тощо) та викликати швидку медичну допомогу або ж невідкладно здійснити заходи щодо транспортування постраждалого у найближчий медичний заклад [18; 19; 20]».

Під час експлуатації, виготовлення і застосування радіоелектронного устаткування на робочих місцях і в робочих приміщеннях на оператора впливають різні чинники виробничого середовища, серед яких, шкідливі виробничі фактори та небезпечні виробничі фактори.

Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, дають таке визначення шкідливим та небезпечним виробничим факторам.

«Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника за певних умов призводить до захворювання або зниження працездатності. Залежно від рівня і тривалості дії шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

Небезпечний виробничий фактор – це виробничий фактор, дія якого на працівника при певних умовах призводить до травми або раптового різкого погіршення здоров'я [22]».

«Це такі шкідливі та небезпечні фактори як:

- недостатнє освітлення робочого місця (може призвести до зниження концентрації уваги під час роботи, захворювань органів зору, головного болю);
- ураження електричним струмом (може спричинити незначний дискомфорт, опіки або смерть);
- випромінювання від екранного пристрою (може включати електромагнітні хвилі та ультрафіолетові випромінювання, які можуть викликати різні захворювання, наприклад, алергічні реакції, розлади зору);
- нервово-психологічні та емоційні навантаження (можуть призводити до хронічного стресу, втоми, зниження працездатності, головного болю, порушення сну, проблем з травленням та серцево-судинним захворюванням);
- перенапруження зорових аналізаторів (може призвести до розладів зору та загального нездужання);
- гіподинамія (призводить до порушень кровообігу, дихання, опорно-рухового апарату та травної системи);
- підвищений рівень шуму (може призвести до появи симптомів перевтоми, послаблення уваги, підвищення нервового збудження, зниження працездатності, порушення роботи шлунково-кишкового тракту)» [22].

При розробці АСК, можна значно підвищити рівень пожежної безпеки та мінімізувати ризики виникнення пожеж та їх негативних наслідків. Для цього необхідно:

- провести аналіз горючості матеріалів, що використовуються в АСК, та їх впливу на поширення вогню.;
- розробити план евакуації людей та матеріальних цінностей на випадок пожежі;
- використовувати вогнестійкі матеріали для корпусів обладнання та кабельних трас;
- застосовувати вогнезахисне покриття для кабелів та проводки;
- забезпечити належну вентиляцію та охолодження обладнання для запобігання перегріву;

- запровадити автоматичне відключення електроживлення при виявленні пожежі або аварійної ситуації;
- розробити та впровадити інструкцій з пожежної безпеки для персоналу, який обслуговує АСК;
- проводити навчання персоналу правилам пожежної безпеки та діям у разі виникнення пожежі;
- регулярно проводити перевірку та технічне обслуговування систем пожежної безпеки;
- забезпечити наявність необхідної кількості вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

«Відходи електронного та електричного обладнання (ВЕЕО) стають важливою екологічною проблемою в усьому світі. До таких відходів належать використані люмінесцентні лампи, велика та мала побутова техніка, мобільні телефони, комп'ютери та ноутбуки, електроінструменти, зарядні пристрої від мережі, кабелі та дроти, батарейки та акумулятори, калькулятори, датчики руху, GSM-модулі, маршрутизатори та багато інших предметів [23]».

«Основна причина таких відходів – шалений споживчий попит на різні гаджети та іншу електроніку. Термін їх використання досить короткий, оскільки технології швидко змінюються, а ремонт виробниками у більшості випадків не передбачається.

Лише 22 % (з 4,6 млн. тон електронних відходів у категорії невеликого ІТ- та телекомунікаційного обладнання) зібрані і перероблені у 2022 році. Усі вони містять цінні невідновлювані ресурси [23]».

«Екологічно безпечна переробка викинутої електроніки – складна й дорога справа. Щороку на смітниках опиняється щонайменше 330 тон золота – це 11% від світового річного видобутку цього металу. Окрім золота, сотні тон срібла, міді та інших цінних компонентів також потрапляють на звалища. Серед них і рідкоземельні метали: неодим, диспрозій, тербій та інші. Ці метали використовуються в різних електронних пристроях і є цінними та необхідними

для виробництва високоефективних магнітів. Поки що завдяки переробці вдається вилучати лише 1% таких елементів.

Разом з цінними матеріалами на смітниках опиняються і мільйони тон токсичних речовин, що містять свинець, ртуть, кадмій і хром. Наприклад, свинець використовується в друкованих платах, ртуть – у ртутних лампах, кадмій – у деяких батареях, а бромовані антипірени застосовуються для зменшення горючості пластикових деталей. Ці речовини при неправильному поводженні можуть проникати в ґрунт та водоносні горизонти, забруднюючи їх, що у свою чергу становлять серйозну загрозу для здоров'я людей, тварин та рослин. При неправильному спалюванні електронних відходів також є небезпека від шкідливих газів. Вони погіршують якість повітря, сприяючи зміні клімату [23]».

Заходи протидії шкідливого впливу ВЕЕО:

1. Зменшити використання шкідливих речовин у електроніці.
2. Створити станції прийому електронних відходів.
3. Проводити інформаційну роботу з населенням щодо раціонального використання та належного сортування електронних відходів. Наприклад, не викидати старі пристрої та техніку у звичайне сміття.
4. Організувати вторинне використання або переробку компонентів та матеріалів.

Дуже важливо, щоб кожен користувач, підходив до споживання електроніки свідомо. Щоб скоротити кількість електронних відходів кожен може зробити:

- по можливості, ремонтувати, а не купувати нові пристрої;
- обирати довговічні пристрої;
- здавати на безпечну утилізацію в спеціалізовані центри або пункти прийому, такі як Екохаб, Екобус, контейнери для збору небезпечних відходів, що працюють у рамках проекту "Нам не до лампочки" тощо.

4.3 Висновок до розділу 4

У розділі 4 було показана перевірка працездатності системи та демонстрація її працездатності.

Було розглянуто правила охорони праці та небезпечні чинники, які можуть впливати під час роботи на оператора, правила пожежної безпеки, екологічний вплив на навколишнє середовище електронних відходів та заходи протидії шкідливого впливу електронних відходів.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано різні патерни, матеріали та іншу відкриту інформацію про існуючі автоматизовані системи керування охоронною сигналізацією. Основним недоліком більшості таких систем є висока вартість та складність систем через, що вони не є розповсюдженими у побуті та невеликих об'єктах, які необхідно охороняти.

Було визначено складові компоненти охоронної сигналізації, їх призначення та можливі характеристики, які задовольнили необхідний функціонал.

У якості основи для керування системою було обрано плату Arduino Uno. Плата Arduino Uno є відкритою системою з повністю доступною документацією та відкритими кресленнями, що дозволяє, при необхідності, спростити ремонт плати чи її компонентів.

У якості камери відеонагляду було використано камеру OV2640 з використанням плати ESP-32-CAM. Камерний модуль OV2640 дозволяє отримувати зображення у достатній якості для охоронних систем. Плата ESP-32-CAM дозволяє обробляти отримане зображення з камери та надсилати це зображення до оператора системи. При необхідності саму плату ESP-32-CAM можна використовувати як основу для охоронної сигналізації.

У якості датчику руху було обрано інфрачервоний PIR датчик руху HC-SR505. Оскільки це інфрачервоний датчик руху, то він може фіксувати рух людини у просторі. Сам датчик руху HC-SR505 має просту конструкцію, що дозволяє досить просто монтувати його у систему охоронної сигналізації.

Після вибору апаратних компонентів їх було змонтовано у єдину систему з подальшою розробкою та завантаженням програмного забезпечення для функціонування системи.

Було перевірено працездатність системи у робочому режимі.

Було розглянуто правила охорони праці для оператора системи, можливі шкідливі чинники які можуть впливати на оператора та протидія цим чинникам перед початком роботи, під час роботи та при завершені роботи. Розглянуто правила протипожежної безпеки та екологічний вплив на навколишнє середовище електронних відходів та заходи протидії шкідливого впливу електронних відходів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008: 2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. К.: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 30 с.
2. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд.: І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.В. Токарєва, С.П. Новоселов, О.В Сичова. Харків: ХНУРЕ, 2022. – 55 с.
3. Невлюдов І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 2: Підручник Кривий Ріг: видавець Чернявський Д. О., 2022. 424 с.
4. Охоронні сигналізації [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://bezpeka.club/security-systems/> (дата звернення 17.04.2025).
5. Система пожежної сигналізації [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://i1.wp.com/www.prosb.org.ua/wp-content/uploads/2016/05/polon_420011.jpg?resize=341%2C241 (дата звернення 22.06.2025).
6. Охоронна сигналізація [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://ukrinfosystems.com.ua/images/alarm-systems/alarm-systems.png> (дата звернення 22.06.2025).
7. Комплекс охорони периметру [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://guard-lviv.com.ua/images/services/services_perimetr.jpg (дата звернення 23.06.2025).
8. Протизламна сигналізація [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://images.prom.ua/2386023484_w600_h600_2386023484.jpg (дата звернення 29.06.2025).

9. Камера відеоспостереження Dual Lens [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://grey.com.ua/image/cache/catalog/image/cache/catalog/imports/source-11/ff202aed6ca6766dd670aeced0a00736f04bbdd4-695b7a0a242723ae388f1cad779cc16a6d415694/5103963072_kamera-videonablyudeniya-dual-800x800.webp (дата звернення 18.04.2025).
10. Arduino Uno [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3> (дата звернення 26.06.2025).
11. Модуль камери 2Мп OV2640 для ESP32-CAM (FOV160) [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://arduino.ua/prod4501-modul-kameri-2mp-ov2640-dlya-esp32-cam-fov160> (дата звернення 26.06.2025).
12. Модуль Wi-Fi ESP32-CAM з камерою 2Мп [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://arduino.ua/prod3458-modul-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (дата звернення 26.06.2025).
13. Види датчиків руху [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://oxorona.com/motion-sensor-types/> (дата звернення 27.06.2025).
14. ІЧ-датчик руху HC-SR505 для Arduino [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2507-ik-datchik-dvijeniya-hc-sr505-dlya-arduino> (дата звернення 27.06.2025).
15. Що таке сервопривід і для чого він потрібний [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://vsepro.com.ua/scho-take-servopryvid-i-dlya-choho-vin-potriben/> (дата звернення 27.06.2025).
16. Сервопривід Servo Tower Pro 9g SG90 [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://ardushop.in.ua/arduino/servo-tower-pro-9g-sg90-servo-drive> (дата звернення 27.06.2025).
17. Arduino IDE [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://github.com/arduino/arduino-ide> (дата звернення 27.06.2025).
18. Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9, зі змінами та

доповненнями [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98#Text> (дата звернення 29.06.2025).

19. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15, зі змінами і доповненнями [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення 29.06.2025).

20. Цифрове видавництво Експертус. Служба охорони праці. [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://pro-op.com.ua/article/1065-nstruktsya-z-ohoroni-prats-dlya-fahvtsya-z-nformatsynih-tehnology> (дата звернення 29.06.2025).

21. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207 [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18#Text> (дата звернення 29.06.2025).

22. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджені постановою Міністерства праці України від 01.09.1992 р. № 41 [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92#Text> (дата звернення 29.06.2025).

23. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – Електронні відходи: глобальний виклик для людства і планети [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/elektronni-vidhody-globalnyj-vyklyk-dlya-lyudstva-i-planety/> (дата звернення 29.06.2025).