

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

*бакалавр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях*

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІ-41

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

*Полюх А.В.*

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

*Паламар А.М.*

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

*Тих С.В.*

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

*Осухівська Г.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Полюху Андрію Вікторовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» квітня 2024 року № 4/7-408

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Функціональна схема системи

2. Структурна схема керуючого пристрою

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорона праці</i>	<i>проф. каф. МТ Пулипець М.І.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>	<i>24.04 – 27.04</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень</i>	<i>28.04 – 01.05</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Розробка структурної та функціональної схеми</i>	<i>02.05 – 06.05</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази</i>	<i>07.05 – 17.05</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Розробка програмного забезпечення для проєктованої системи</i>	<i>18.05 – 01.06</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»</i>	<i>02.06 – 04.06</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи</i>	<i>05.06 – 10.06</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>11.06 – 13.06</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>14.06.2024</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>24.06.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Полюх А.В.*  
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Паламар А.М.*  
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях // Кваліфікаційна робота бакалавра // Полюх Андрій Вікторович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІ-41 // Тернопіль, 2024 // с. – 75, рис. – 32, табл. – 3, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 29.

Ключові слова: комп'ютеризована система, заборона паління, мікроконтролер, моніторинг, давач, передача даних.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Метою роботи є створення системи, яка дозволяє автоматично виявляти факти паління в закритому просторі за допомогою сучасних технологій, таких як давачі диму та полум'я, а також відправляти сповіщення про порушення заборони паління. Проведено детальний аналіз технічного завдання, включаючи вимоги до системи та огляд існуючих засобів контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Проведено порівняльний аналіз цих засобів, що дозволило визначити найефективніші рішення для поставленого завдання. Розроблено структуру комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Детально описано компоненти, які використовуються в системі. Створено електричну принципову схему пристрою. Розроблено алгоритм роботи системи контролю, налаштовано середовище розробки та встановлено необхідні бібліотеки. Створено програмне забезпечення для мікроконтролера. Завершальним етапом стало тестування системи, що підтвердило її функціональність та ефективність.

## ANNOTATION

A computerized system for monitoring compliance with the ban on smoking in premises // Poliukh Andrii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CI-41 // Ternopil, 2024 // p. – 75, fig. – 32, table. – 3, sheets A1 – 4, ref. – 29.

Key words: computerized system, smoking ban, microcontroller, monitoring, sensor, data transmission.

The qualification work is devoted to the development of a computerized system for monitoring compliance with the ban on smoking indoors. The purpose of the work is to create a system that allows you to automatically detect smoking in an enclosed space using modern technologies, such as smoke and flame detectors, as well as send notifications of smoking ban violations. A detailed analysis of the terms of reference, including system requirements and a review of existing means of monitoring compliance with the smoking ban in the premises, was conducted. A comparative analysis of these tools was conducted, which allowed us to identify the most effective solutions for the task. The structure of a computerized system for monitoring compliance with the ban on smoking in the premises is developed. The components used in the system are described in detail. The electrical schematic diagram of the device is created. The algorithm of the control system is developed, the development environment is set up and the necessary libraries are installed. Software for the microcontroller was created. The final stage was testing the system, which confirmed its functionality and efficiency.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ .....	10
1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи .....	10
1.2 Огляд існуючих засобів контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.....	11
1.2.1 Класифікація систем контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.....	11
1.2.2 Давач диму JYX SS-168 .....	13
1.2.3 Фотоелектричний сповіщувач задимлення DS-PDSMK .....	14
1.2.4 Бездротовий давач диму Ajax FireProtect.....	15
1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів контролю за дотриманням заборони паління .....	17
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання .....	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	20
2.1 Розробка структури системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.....	20
2.2 Розробка апаратного забезпечення системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.....	23
2.2.1 Модуль ESP32-CAM .....	23
2.2.2 Давач диму MQ-2 .....	27
2.2.3 Модуль давача вогню YG1006 .....	29
2.2.4 Модуль з активним динаміком .....	31
2.3 Опис принципової схеми пристрою .....	33
2.3.1 Середовище проектування електричних схем .....	33
2.3.2 Синтез електричної схеми пристрою .....	34

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Полюх А.В.				Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Паламар А.М.				5	75	
Рецензент					<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.	Тиш Є.В.						
Зав. каф.	Осухівська Г.М.						
					<b>Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях</b>		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	36
3.1 Розробка алгоритму роботи системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях .....	36
3.2 Налаштування середовища розробки ПЗ .....	38
3.2.1 Опис середовища розробки ПЗ .....	38
3.2.2 Налаштування Arduino IDE для роботи з модулем ESP32-CAM .....	39
3.2.3 Встановлення бібліотек .....	41
3.3 Розробка програмного забезпечення .....	42
3.4 Створення Telegram бота .....	46
3.5 Тестування системи .....	48
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	50
4.1 Долікарська допомога при отруєннях .....	50
4.2 Заходи з техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні та склеюванні деталей .....	52
ВИСНОВКИ .....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	58
Додаток А Технічне завдання .....	61
Додаток Б Перелік елементів .....	71
Додаток В Лістинг програми .....	73

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БЖ – блок живлення;

КС – комп'ютеризована система;

МК – мікроконтролер;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СДМ – система дистанційного моніторингу.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Проблема пасивного куріння та його негативного впливу на здоров'я людей, які знаходяться в закритих приміщеннях, є надзвичайно актуальною в сучасному суспільстві. Паління у громадських та робочих приміщеннях не лише порушує права некурців, має значний негативний вплив на здоров'я, але й загрожує безпеці через ризик виникнення пожеж. Незважаючи на існуючі законодавчі заборони та правила щодо паління в закритих просторах, забезпечити їх повне дотримання досить складно через відсутність ефективних механізмів контролю. У зв'язку з цим, розробка системи, яка здатна автоматично виявляти порушення заборони паління та оперативно інформувати відповідальних осіб, є надзвичайно важливою і затребуваною.

Сучасні технології дозволяють створювати комп'ютеризовані системи, які можуть здійснювати моніторинг та контроль різних параметрів у приміщеннях в режимі реального часу. Використання датчиків диму та полум'я у поєднанні з мікроконтролерами і модулем камер надає можливість не тільки виявляти факти паління, але й автоматично збирати докази для подальшого вжиття заходів. Таким чином, інтеграція таких технологій у систему контролю за дотриманням заборони паління може значно підвищити її ефективність та надійність.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях, яка здатна автоматично виявляти факти куріння та своєчасно інформувати відповідальних осіб про порушення.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати вимоги до системи контролю за дотриманням заборони паління та розглянути можливі технологічні рішення для її реалізації;
- розробити структуру системи та визначити функціональні вимоги до її елементів;
- реалізувати апаратне забезпечення для системи та вибрати відповідні компоненти, такі як давачі диму, полум'я, мікроконтролер та модуль камери;

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для системи, яке забезпечить обробку даних з датчиків та надсилання сповіщення.

Система повинна бути здатна вмикати світлову та звукову сигналізацію, робити фотографії порушення та надсилати їх на заданий Telegram канал. Розроблений прототип має демонструвати високу чутливість до виявлення диму та полум'я, а також забезпечувати стабільну роботу та надійність передачі даних. Це дозволить значно підвищити рівень контролю за дотриманням заборони паління та сприятиме забезпеченню безпеки та комфорту у закритих приміщеннях.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

### 1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи

У цьому підрозділі здійснюється комплексний огляд усіх вимог до системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях з метою визначення ключових функцій та характеристик, необхідних для успішної реалізації проєкту.

Розробка цієї системи потребує детального аналізу вимог до функціонування, надійності та безпеки. Система повинна відповідати ряду технічних і функціональних вимог, що забезпечують її ефективність та стабільну роботу в різних умовах експлуатації.

Перш за все, система повинна мати високу точність виявлення диму та полум'я. Це вимагає використання високочутливих датчиків, які здатні швидко і надійно виявляти навіть незначні концентрації диму та наявність полум'я. Важливим є також забезпечення швидкої реакції системи на виявлені порушення, що дозволяє миттєво активувати сигналізацію та передати відповідні повідомлення адміністратору приміщення.

Система повинна бути інтегрована з камерою, що дозволяє в режимі реального часу фіксувати порушення. Варто забезпечити можливість передачі зображень через WiFi на віддалений сервер або безпосередньо до адміністратора через Telegram бот. Це дозволить отримувати візуальні докази порушень, що підвищує ефективність контролю.

Для забезпечення зручного управління та моніторингу система повинна мати зручний інтерфейс користувача. Він повинен забезпечувати можливість налаштування порогів чутливості датчиків, керування системою сигналізації, а також перегляд отриманих зображень та повідомлень. Інтерфейс повинен бути доступним через мережу, що забезпечить гнучкість управління системою.

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Полюх А.В.			<b>Аналіз технічного завдання</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевірів		Паламар А.М.					10	10
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Вимоги до надійності системи передбачають її стабільну роботу в умовах можливих перебоїв електропостачання та інших несприятливих факторів. Це вимагає використання компонентів з високим рівнем надійності та додаткових заходів захисту, таких як резервні джерела живлення. Система повинна мати можливість відновлення після збою та зберігати усі важливі дані.

Крім того, система повинна бути легко масштабованою та адаптивною до різних умов експлуатації. Це означає можливість додавання нових давачів або розширення функціональності без значних змін у конструкції або програмному забезпеченні. Також важливо передбачити можливість інтеграції з іншими системами безпеки.

В цілому, аналіз вимог до системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях дозволяє визначити основні напрямки її розробки та забезпечити відповідність сучасним стандартам безпеки та надійності.

## 1.2 Огляд існуючих засобів контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

### 1.2.1 Класифікація систем контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях є важливим елементом забезпечення безпеки та комфорту в різних типах будівель, включаючи офіси, громадські місця, готелі та навчальні заклади. Існує декілька типів таких систем, які відрізняються за принципом роботи, використовуваними технологіями та методами оповіщення про порушення.

Системи на основі давачів диму використовують сенсори, які реагують на наявність диму в повітрі. Основними компонентами таких систем є димові сенсори, які можуть бути як іонізаційними, так і фотоелектричними. Іонізаційні давачі виявляють дим, коли він порушує іонізаційний процес у камері сенсора. Фотоелектричні давачі використовують світловий промінь і фотоелемент: коли

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

дим потрапляє в камеру, він розсіює світло, яке фіксується фотоелементом. Такі системи є досить ефективними для виявлення диму від цигарок та інших джерел.

Системи на основі давачів полум'я застосовують сенсори, які реагують на випромінювання, що виходить від відкритого полум'я. Давачі полум'я зазвичай працюють у інфрачервоному або ультрафіолетовому спектрах. Вони можуть виявляти швидкі зміни в інтенсивності світла, що є характерним для полум'я. Такі системи є корисними в приміщеннях, де можливе використання відкритого вогню або в разі необхідності швидкого реагування на займання.

Комбіновані системи об'єднують в собі функціонал давачів диму та полум'я. Вони забезпечують більш високий рівень надійності та точності виявлення порушень, оскільки використовують декілька методів для виявлення різних ознак паління або пожежі. Ці системи можуть мати інтегровані алгоритми обробки даних, що дозволяє зменшити кількість хибних спрацьовувань.

Системи з відеоспостереженням використовують камери для виявлення ознак паління, таких як наявність диму або самого процесу куріння. Сучасні системи можуть мати вбудовані алгоритми розпізнавання образів, що дозволяє автоматично визначати факти паління та передавати тривожні повідомлення адміністраторам. Такі системи можуть бути інтегровані з іншими системами безпеки для підвищення ефективності контролю.

Інтелектуальні системи використовують технології Інтернету речей (IoT) для створення мережі взаємопов'язаних давачів та пристроїв. Такі системи можуть мати централізоване або децентралізоване управління та дозволяють віддалено моніторити стан давачів, отримувати сповіщення про порушення через мобільні додатки або інші засоби зв'язку. Інтелектуальні системи можуть інтегрувати дані з різних джерел, що підвищує точність і надійність контролю.

Автономні системи оснащені вбудованими механізмами оповіщення, такими як сирени або світлові індикатори, які активуються при виявленні диму або полум'я. Такі системи не потребують підключення до централізованої системи управління і можуть бути ефективними в невеликих приміщеннях або місцях з обмеженим доступом до інтернету.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, класифікація систем контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях охоплює широкий спектр технологій, що дозволяють забезпечити ефективний моніторинг і своєчасне реагування на порушення. Кожен тип систем має свої переваги та недоліки, що визначає доцільність їх використання в конкретних умовах експлуатації.

### 1.2.2 Давач диму JYX SS-168

Давач диму JYX SS-168 є потенційним аналогом проектованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях [1]. Він працює на частоті 433 МГц і має бездротовий зв'язок, що дозволяє йому встановлюватися в будь-якому місці приміщення без необхідності проведення додаткових кабелів. (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Давач диму JYX SS-168

JYX SS-168 оснащений звуковою сигналізацією, яка спрацьовує у випадку виявлення диму, що дозволяє оперативно повідомити про можливу небезпеку. Має

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

світлодіодний індикатор, який показує стан роботи давача, дозволяючи візуально перевіряти його функціонування.

Бездротова конструкція дозволяє легко встановлювати цей пристрій без необхідності проведення дротів. Давач диму JYX SS-168 має стабільну роботу та високу чутливість до диму, що забезпечує вчасне виявлення факту паління у приміщенні. Цей давач має невелику ціну, що робить його доступним для широкого кола користувачів.

Проте давач диму JYX SS-168 має базовий функціонал, який обмежений лише виявленням диму і активуванням звукової сигналізації. Він не має додаткових можливостей, таких як віддалене керування або інтеграція з іншими системами. Давач працює від батарей, тому періодично потребує заміни або перезарядки акумуляторів.

У цілому, давач диму JYX SS-168 є простим та надійним пристроєм, який може бути використаний для базового моніторингу рівня задимленості у приміщенні. Однак, для більш складних і функціональних застосувань він не підходить.

### 1.2.3 Фотоелектричний сповіщувач задимлення DS-PDSMK

Фотоелектричний сповіщувач задимлення DS-PDSMK виробника Hikvision [2] – це сучасний пристрій для виявлення диму, пожежі чи випадків паління в приміщеннях (рис. 1.2). Він використовує фотоелектричний давач для виявлення диму в повітрі, що забезпечує високу чутливість та надійність роботи. DS-PDSMK працює на бездротовій технології, що дозволяє його встановлювати в будь-якому місці приміщення без необхідності прокладання дротів. При спрацюванні давача сповіщувач надсилає акустичний сигнал та відправляє сповіщення на панель управління або смартфон через мобільний додаток.

Окрім виявлення диму, пристрій може також виявляти зростання температури, що може бути корисним для виявлення пожежі навіть без диму. DS-PDSMK має компактні розміри та сучасний дизайн.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок 1.2 – Фотоелектричний сповіщувач задимлення DS-PDSMK

Перевагами фотоелектричного сповіщувача задимлення DS-PDSMK є висока чутливість, бездротове підключення та можливість реагування на підвищення температури. Проте, до недоліків можна віднести необхідність періодичної заміни батареї та відсутність камери.

#### 1.2.4 Бездротовий давач диму Ajax FireProtect

Бездротовий давач диму Ajax FireProtect [3] є сучасним та ефективним рішенням для забезпечення безпеки у приміщеннях. Цей пристрій призначений для своєчасного виявлення диму, що може свідчити про початок пожежі або паління у приміщенні. Давач диму Ajax FireProtect відзначається високою чутливістю, що дозволяє йому швидко реагувати на навіть незначні концентрації диму, забезпечуючи тим самим оперативне оповіщення про небезпеку (рис. 1.3).

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 1.3 – Бездротовий давач диму Ajax FireProtect

Ajax FireProtect використовує вдосконалену технологію детекції диму на основі фотоелектричного сенсора, який здатний виявляти частинки диму в повітрі. При виявленні диму пристрій надсилає сигнал тривоги на центральний блок управління системою Ajax, який може далі передавати повідомлення користувачам через додаток в смартфоні або інші засоби зв'язку. Це забезпечує швидке інформування про можливу небезпеку та дозволяє вчасно вжити заходів для запобігання пожежі.

Давач диму Ajax FireProtect також оснащений вбудованою сиреною, яка може сповіщати про небезпеку на місці, що є додатковим рівнем захисту. Пристрій має естетичний дизайн, легко встановлюється та налаштовується, а також підтримує бездротовий зв'язок з блоком управління на великій відстані.

Незважаючи на численні переваги, бездротовий давач диму Ajax FireProtect має деякі недоліки. Один з головних недоліків – висока вартість пристрою та всієї системи в цілому. Це може стати вагомим перешкодою для багатьох користувачів,

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливо для невеликих організацій або приватних осіб, які шукають більш доступні рішення для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Крім того, залежність від бездротового зв'язку може створювати додаткові ризики у разі збоїв у роботі мережі або перешкод, що можуть вплинути на стабільність роботи системи.

### 1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів контролю за дотриманням заборони паління

Результати порівняльного аналізу засобів контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях вказують на різноманітність та різний функціонал доступних на ринку рішень. Порівняння проводилося за такими основними критеріями. По-перше, була розглянута чутливість та точність вимірювань. Давачі мають різну чутливість до диму та інших газів, що може впливати на точність вимірювань. Далі, враховувалася можливість віддаленого моніторингу і керування. Деякі системи моніторингу дозволяють віддалено переглядати дані та керувати системою через мобільний додаток.

Також важливим критерієм є вартість інсталяції та експлуатації. Вона включає в себе вартість давачів, системи збору та обробки даних, а також вартість підтримки та обслуговування системи. Оцінювалася також надійність та стабільність роботи систем. Це важливо, оскільки стабільність роботи системи в різних умовах експлуатації та надійність спрацювання в разі небезпеки мають велике значення для безпеки приміщення.

Крім того, були проаналізовані можливості інтеграції та розширення системи. Це важливою характеристикою є можливість інтегрувати систему з іншими пристроями та розширювати її функціональність за потребами користувача. На основі проведеного порівняльного аналізу можна зробити висновок про оптимальний вибір засобу контролю за дотриманням заборони паління у конкретних умовах експлуатації. Для деяких сценаріїв може бути найбільш підходящими бездротові системи зі звуковою та візуальною сигналізацією, тоді як для інших – системи з віддаленим моніторингом та

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

керуванням. Результати аналізу допомагають зробити обґрунтований вибір засобу моніторингу, що найкращим чином відповідає потребам та умовам конкретної ситуації.

### 1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Розробка комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях потребує ретельного аналізу можливих технічних рішень для забезпечення ефективності та надійності системи. Враховуючи специфіку завдання, необхідно розглянути кілька аспектів, серед яких: вибір сенсорів, платформи для мікроконтролера, способи оповіщення та інтеграція з мережею Інтернет.

Для детекції диму і полум'я у приміщеннях найчастіше використовуються фотоелектричні та іонізаційні сенсори. Фотоелектричні сенсори відзначаються високою чутливістю до дрібних частинок диму і є більш екологічними, ніж іонізаційні аналоги. Для виявлення полум'я можна застосувати сенсори, які здатні швидко реагувати на зміни у спектрі випромінювання, характерному для відкритого вогню.

Однією з ключових складових системи є мікроконтролер, який керує всіма компонентами та обробляє дані з сенсорів. Розглядаючи можливі варіанти, варто звернути увагу на платформи Arduino та ESP32-CAM. Arduino є зручним у використанні, має велику кількість підтримуваних сенсорів та модулів, але може бути обмеженим у випадку, коли потрібні потужніші обчислювальні ресурси та інтеграція з WiFi. У цьому контексті ESP32-CAM виглядає кращим вибором, оскільки має вбудовані WiFi модуль та камеру, що дозволяє не лише виявляти порушення, але й надсилати зображення на сервер або у телеграм-канал.

Ефективне оповіщення про виявлені порушення є ключовим аспектом роботи системи. Можливі варіанти включають використання звукових та світлових сигналізацій, а також відправку повідомлень через Інтернет. Для реалізації локальної сигналізації можна використати світлодіоди та п'єзодинаміки,

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

які активуються при виявленні диму або полум'я. Відправка повідомлень через Інтернет, зокрема через телеграм-бот, дозволить оперативно інформувати відповідальних осіб незалежно від їхнього місця перебування.

Для забезпечення можливості віддаленого моніторингу та управління системою, необхідно інтегрувати мікроконтролер з мережею Інтернет. Це можна реалізувати за допомогою вбудованих модулів WiFi, таких як у ESP32-CAM. Важливою частиною цього процесу є налаштування безпечного з'єднання та захисту даних, що передаються.

Проведений аналіз дозволяє виділити основні переваги та недоліки кожного з можливих рішень. Arduino є зручним та простим у використанні, але має обмежені можливості для інтеграції з мережею Інтернет та обробки зображень. ESP32-CAM, навпаки, забезпечує ширші можливості завдяки вбудованому WiFi модулю та камері, що робить його більш придатним для реалізації поставленого завдання. Вибір сенсорів диму та полум'я також має базуватись на їх чутливості та надійності, що забезпечить своєчасне виявлення порушень.

В результаті проведеного аналізу було визначено, що для розробки комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях оптимальним є використання платформи ESP32-CAM, у комбінації з чутливими сенсорами диму та полум'я. Це рішення дозволяє забезпечити високий рівень надійності, оперативне оповіщення та можливість віддаленого моніторингу, що є критично важливими для ефективної роботи.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка структури системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

При розробці функціональної схеми проектованої системи враховується комплексність функцій та вимог до її ефективності. Функціональна схема системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях представлена на рис. 2.1. Вона включає наступні компоненти:

1. Блок датчиків, який включає датчик диму та датчик полум'я, що виявляють факти паління або наявність вогню у разі виникнення пожежі.

2. Камера дозволяє отримувати візуальну інформацію про ситуацію у приміщенні. Вона може бути використана для додаткового підтвердження виявлених порушень, а також для ідентифікації осіб, що порушують правила щодо заборони паління.

3. Мікроконтролер відповідає за збір та обробку інформації від датчиків і камери, здійснює аналіз отриманих даних та приймає рішення щодо генерації сповіщень і надсилання повідомлень.

4. Блок сповіщення, який призначений для генерації звукового та світлового сигналу у разі виявлення порушень.

5. Модуль зв'язку забезпечує обмін інформацією між системою у приміщенні та віддаленим сервером, що дозволяє відправляти дані для реалізації дистанційного моніторингу.

6. Віддалений сервер для зберігання історії подій, що дозволяє аналізувати та вдосконалювати роботу системи з часом.

7. Інтерфейс користувача реалізований у вигляді мобільного додатку або веб-інтерфейсу, що дозволяє адміністраторам налаштовувати параметри системи, відслідковувати її стан, отримувати сповіщення.

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Полюх А.В.			<b>Проектна частина</b>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					20	16
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

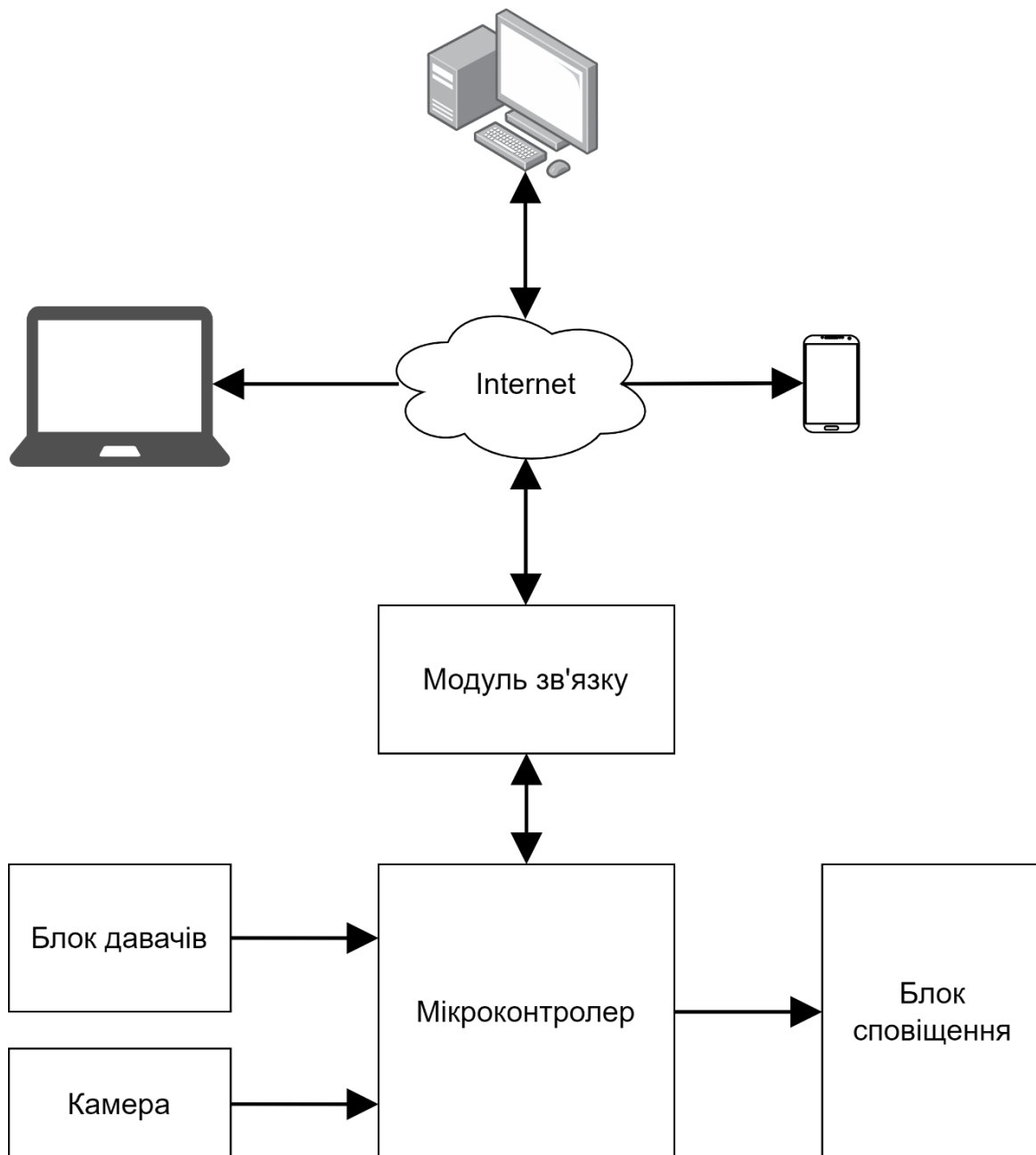


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Ця функціональна схема забезпечує комплексний контроль за дотриманням заборони паління та надзвичайних ситуацій у приміщеннях, забезпечуючи безпеку та комфорт користувачів.

На основі функціональної схеми системи була спроектована деталізована структурна схема пристрою для контролю за дотриманням заборони паління (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Структурна схема пристрою для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Схема складається з основних компонентів:

1. Датчик диму відповідає за виявлення наявності диму в приміщенні та передає сигнал до мікроконтролера для подальшого аналізу.

2. Датчик полум'я дозволяє виявляти потенційно небезпечні ситуації, пов'язані з виникненням вогню. Цей компонент забезпечує додатковий рівень безпеки, сприяючи швидкому виявленню можливих загорянь та активації заходів з попередження або тушіння вогню.

3. Мікроконтролерна платформа ESP32-CAM, яка є центральним елементом системи. Вона приймає сигнали від датчиків, відповідає за обробку даних та реалізовує логіку управління. До складу платформи входить вбудована камера, яка може фіксувати візуальну інформацію про події, що відбуваються у приміщенні. Крім того ESP32-CAM обладнана WiFi модулем для відправлення сповіщень в разі виявлення порушень та обміну даними з віддаленим сервером.

4. Блок сповіщення, який включає в себе активний динамік та світлодіод для відтворення звукових/світлових сигналів у разі виявлення порушень щодо заборони паління. Його завдання – привернути увагу адміністраторів або відповідальних осіб до таких інцидентів.

Інтеграція цих компонентів у структуру системи допомагає забезпечити комплексний та надійний контроль за дотриманням заборони паління у приміщеннях, забезпечуючи високий рівень безпеки та ефективності управління.

## 2.2 Розробка апаратного забезпечення системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

### 2.2.1 Модуль ESP32-CAM

Модуль ESP32-CAM – це мікроконтролерна платформа, яка поєднує мікроконтролер ESP32 (рис. 2.3) і камеру OV2640 [4].



Рисунок 2.3 – Модуль ESP32-CAM



Ця платформа є ідеальним вибором для реалізації систем відеомоніторингу та відеоспостереження, включаючи систему контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

ESP32 – це потужний та енергоефективний мікроконтролер, який має двоядерний процесор, Wi-Fi та Bluetooth зв'язок, а також широкий набір периферійних пристроїв для підключення різноманітних датчиків та пристроїв (рис. 2.4).

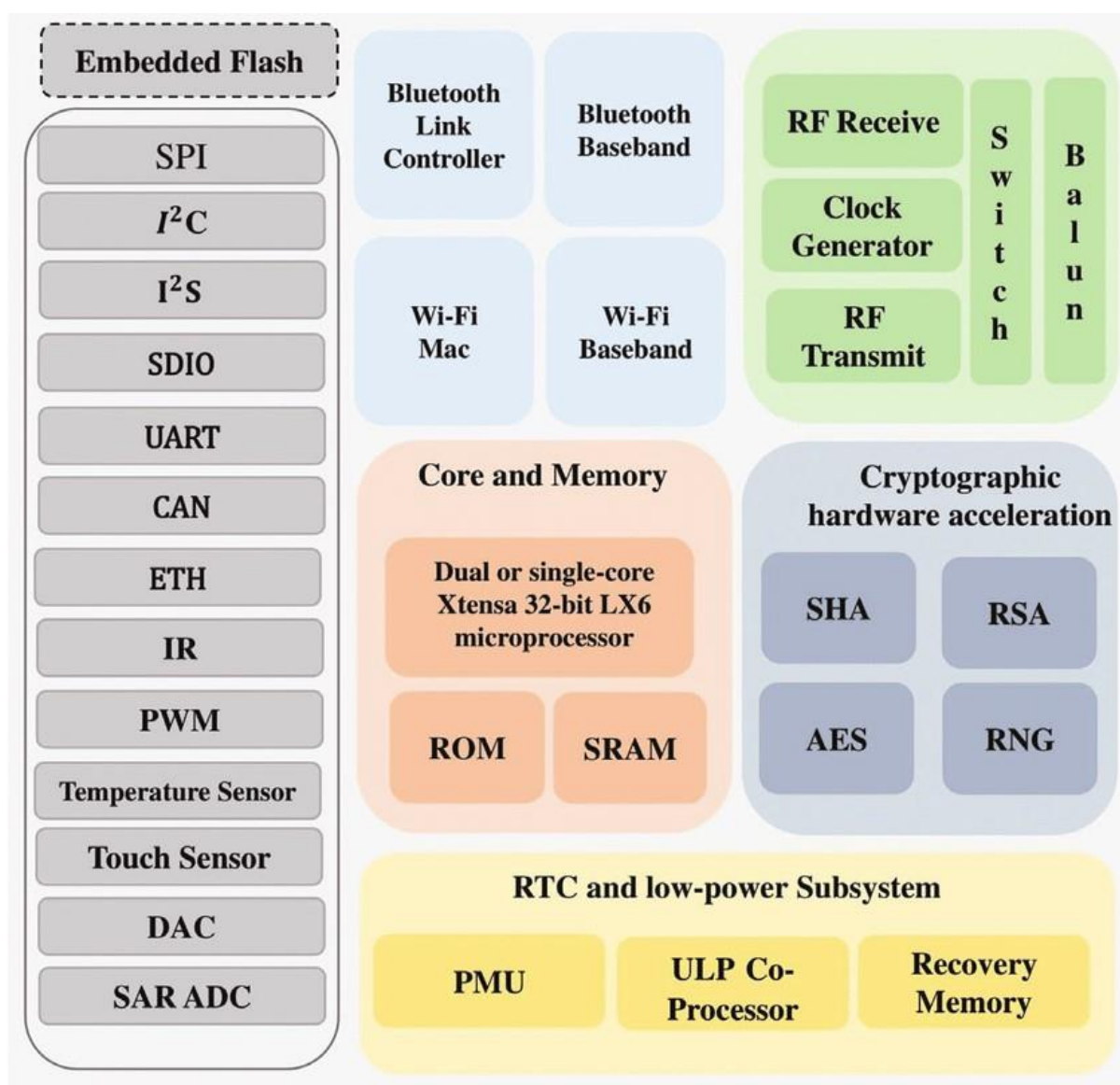


Рисунок 2.4 – Структура мікроконтролера ESP32

В табл. 2.1 описані технічні характеристики модуля ESP32-CAM [6].

Таблиця 2.1 – Характеристики модуля ESP32-CAM

Характеристика	Назва
Мікроконтролер	ESP32, 2 ядра, 32-біт
Робоча частота процесора	240 МГц / 600 DMIPS
Оперативна пам'ять	Вбудована: 520 КБ / Зовнішня: 4 МБайт
Підтримувані інтерфейси	UART/SPI/іес/PWM/ADC/DAC
Напруга живлення	5 В
Модуль камери	OV2640
Роздільна здатність	2 Мп
Зберігання даних	micro-SD
Розмір	27 x 39 мм

Цифрова камера OV2640 має роздільну здатність до 2 мегапікселів і високу якість зображення (рис. 2.5). Вона підключається до ESP32 через шину SCCB, що дозволяє отримувати зображення та відео безпосередньо на мікроконтролер.

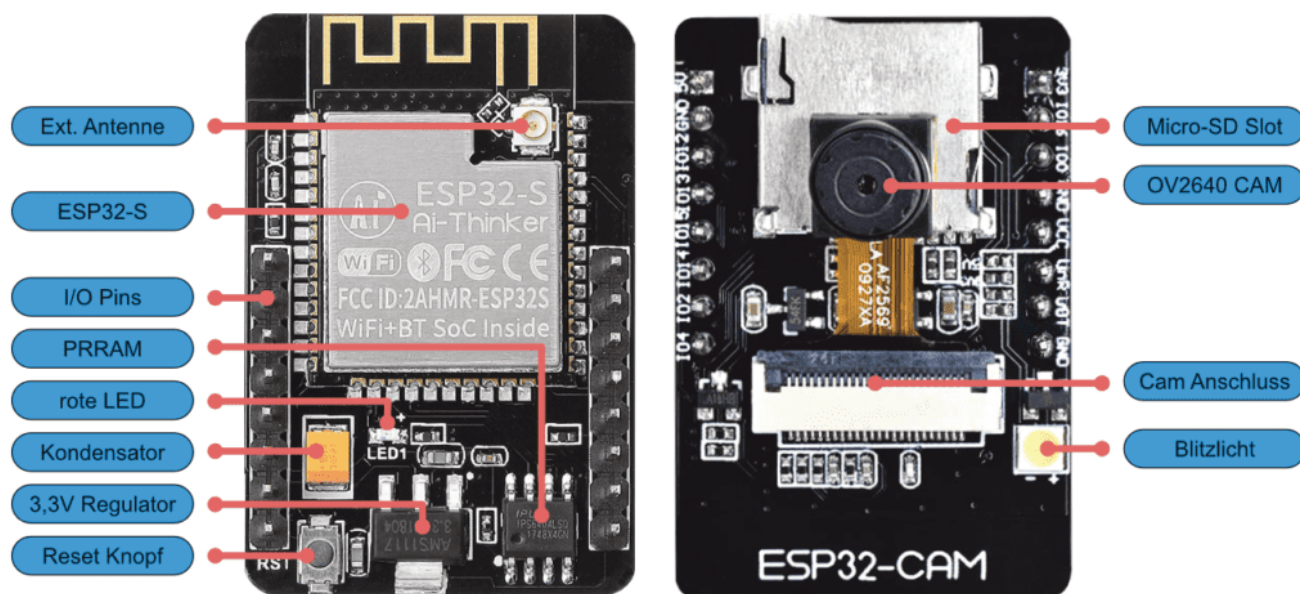


Рисунок 2.5 – Платформа ESP32-CAM

Інтеграція камери у мікроконтролер дозволяє легко реалізувати функції відеоспостереження та аналізу зображень у проєктованій системі. Можливість

підключення до Wi-Fi дозволяє відправляти дані на сервер або мобільний додаток для подальшого аналізу. Bluetooth може бути використаний для бездротового підключення до інших пристроїв. ESP32-CAM має високий функціональний потенціал за відносно невелику вартість, тому його можна використовувати в проєктах з обмеженими бюджетами.

На схемі рис. 2.6 показані виводи ESP32-CAM і їх призначення. Це дозволяє легко підключати датчики, світлодіоди та інші пристрої до мікроконтролера для реалізації системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

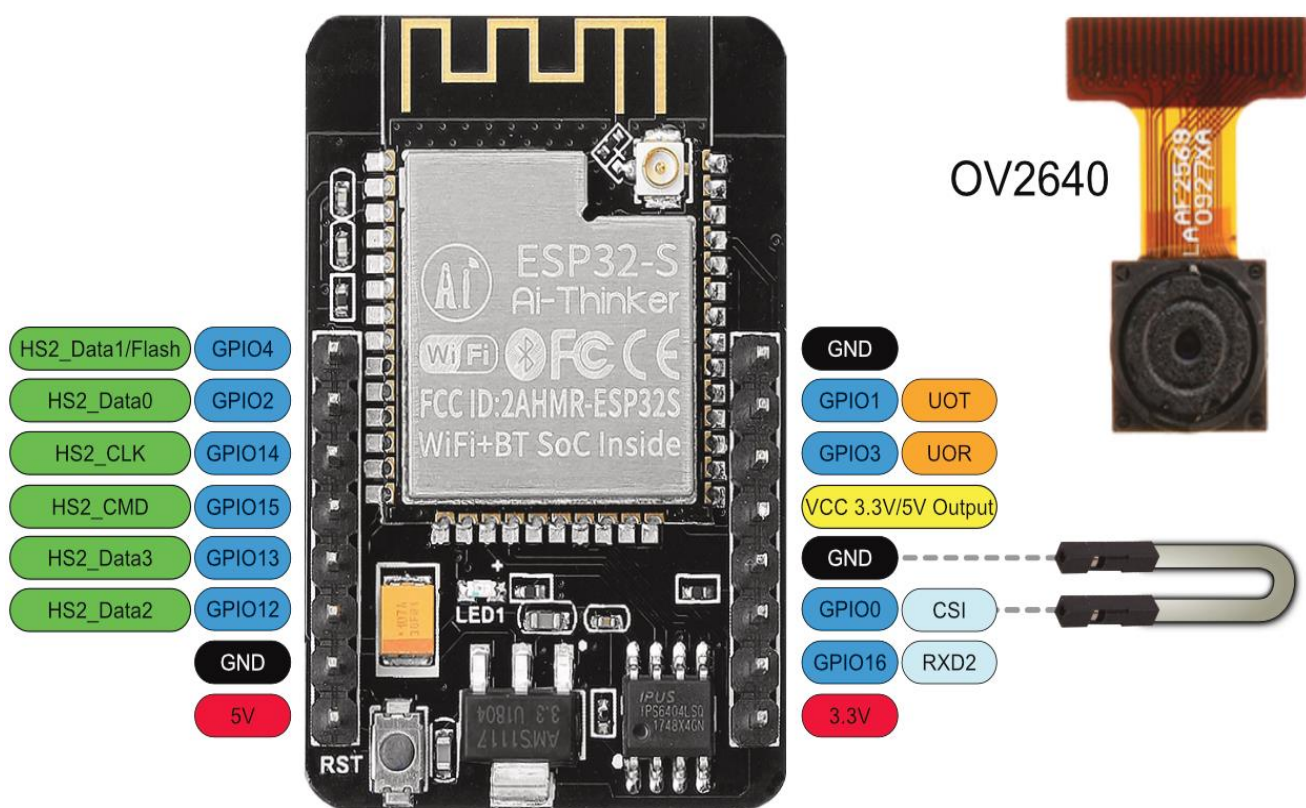


Рисунок 2.6 – Виводи ESP32-CAM і їх призначення

ESP32-CAM має вбудовану пам'ять для зберігання програмного забезпечення та інших даних, а також роз'єм для карти SD, що дозволяє зберігати великі обсяги відеоданих або зображень. Цей модуль може підключатися до Wi-Fi щоб передавати відеодані або зображення на віддалений сервер чи здійснювати віддалене керування через мережу.

ESP32-CAM має компактні розміри, що робить його хорошим варіантом для вбудованої системи моніторингу. Також можливе розширення функціональності за допомогою зовнішніх модулів та датчиків, які можуть бути легко підключені до ESP32. Загалом, ESP32-CAM є зручним рішенням для реалізації системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях, оскільки він поєднує в собі високу обчислювальну потужність, можливості роботи з відео та зображеннями, а також бездротовий зв'язок, що дозволяє передавати дані в реальному часі.

Отже, модуль ESP32-CAM був обраний для реалізації системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

### 2.2.2 Датчик диму MQ-2

Модуль датчика диму MQ-2 є популярним елементом, який можна використовувати для реалізації системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Зовнішній вигляд MQ-2 зображений на рис. 2.7. Модуль MQ-2 складається з датчика газів MQ-2 і плати з регулятором чутливості та аналоговим виводом. Датчик газів MQ-2 включає в себе діод-нагрівач, електрохімічний сенсор і показник опору, який змінюється в залежності від концентрації диму або газів у повітрі.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд сенсорного модуля датчика диму MQ-2

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

MQ-2 може виявляти різні гази, такі як дим, летючі органічні речовини, аміак, метан та інші. Зазвичай живиться від напруги 5 В. Вихідний сигнал може бути аналоговим або цифровим. Деякі версії модуля мають можливість регулювання чутливості для налаштування під конкретні умови застосування. В табл. 2.2 наведені характеристики давача диму MQ-2.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача диму MQ-2

Параметр	Значення
Тип газу, що детектується	Горючий газ, дим
Діапазон чутливості	300-10000 ppm
Опір чутливого елемента	1 ... 20 кОм 50ppm
Час відгуку	≤ 10с
Опір нагрівача	31Ω ± 3Ω
Струм нагрівача	≤ 180мА
Напруга нагрівача	5 В ± 0,2 В
Потужність нагрівача	≤900 мВт
Робота температура	-10 ~ + 50 °С

Модуль MQ-2 працює на принципі зміни опору електричного провідника під дією різних газів. Усередині модуля є спеціальний давач, який реагує на наявність окремих газів, включаючи дим. Під час роботи, діод нагрівається, що дозволяє активувати електрохімічний сенсор. Коли дим або гази потрапляють на сенсор, вони змінюють його опір, що відображається на вихідному аналоговому сигналі.

Модуль давача диму MQ-2 є досить ефективним та недорогим засобом для виявлення задимленості у приміщенні. Він може бути легко інтегрований з мікроконтролерами, такими як Arduino чи ESP, для реалізації систем моніторингу та управління безпекою. Однак, варто враховувати, що модуль MQ-2 може реагувати не лише на дим, а й на інші гази, що може потребувати додаткового



аналізу та налаштування для конкретного застосування. Електрична схема модуля MQ-2 зображена на рис. 2.8.

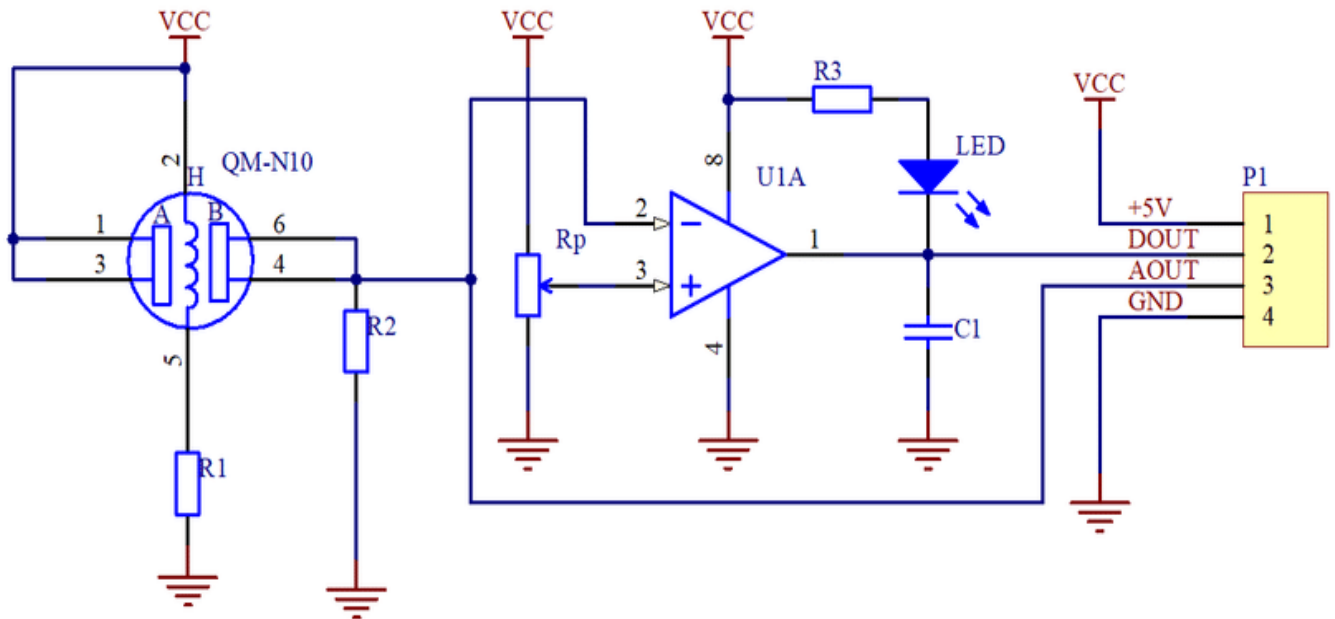


Рисунок 2.8 – Схема електрична сенсорного модуля давача диму MQ-2

У цілому, модуль давача диму MQ-2 є простим і економічним рішенням для виявлення рівня задимленості у приміщенні. Його можна успішно використовувати для реалізації систем моніторингу та сигналізації, включаючи проєктовану систему контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

### 2.2.3 Модуль давача вогню YG1006

Модуль давача вогню на основі YG1006 є засобом для виявлення пожежі у приміщенні [6]. Модуль складається з давача полум'я YG1006, який має вбудований фототранзистор. Цей компонент є чутливим до інфрачервоного випромінювання, яке генерується полум'ям. Крім того, в комплекті є елементи керування чутливістю та інші компоненти для регулювання вихідного сигналу (рис. 2.9).

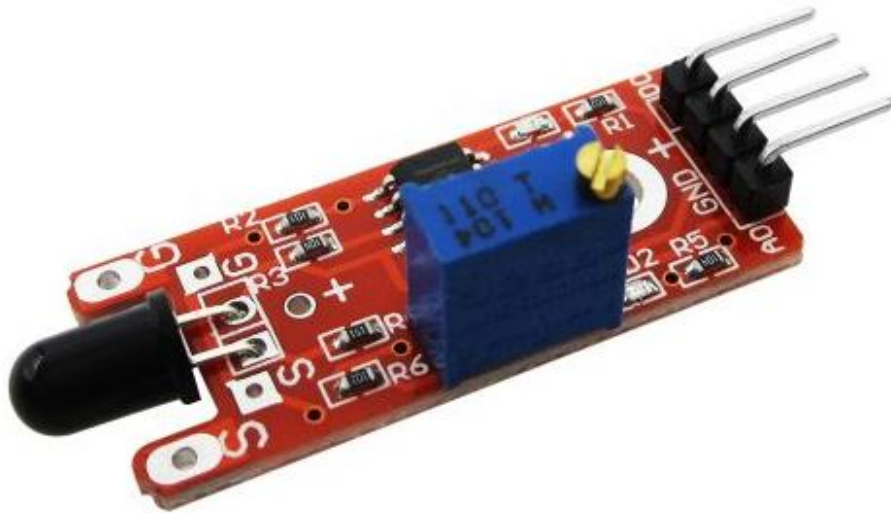


Рисунок 2.9 – Модуль давача вогню YG1006

Електрична схема модуля давача вогню зображена рис. 2.10. Потенціометр RS дозволяє регулювати чутливість давача. Світлодіод D1 світиться, коли давач виявляє полум'я.

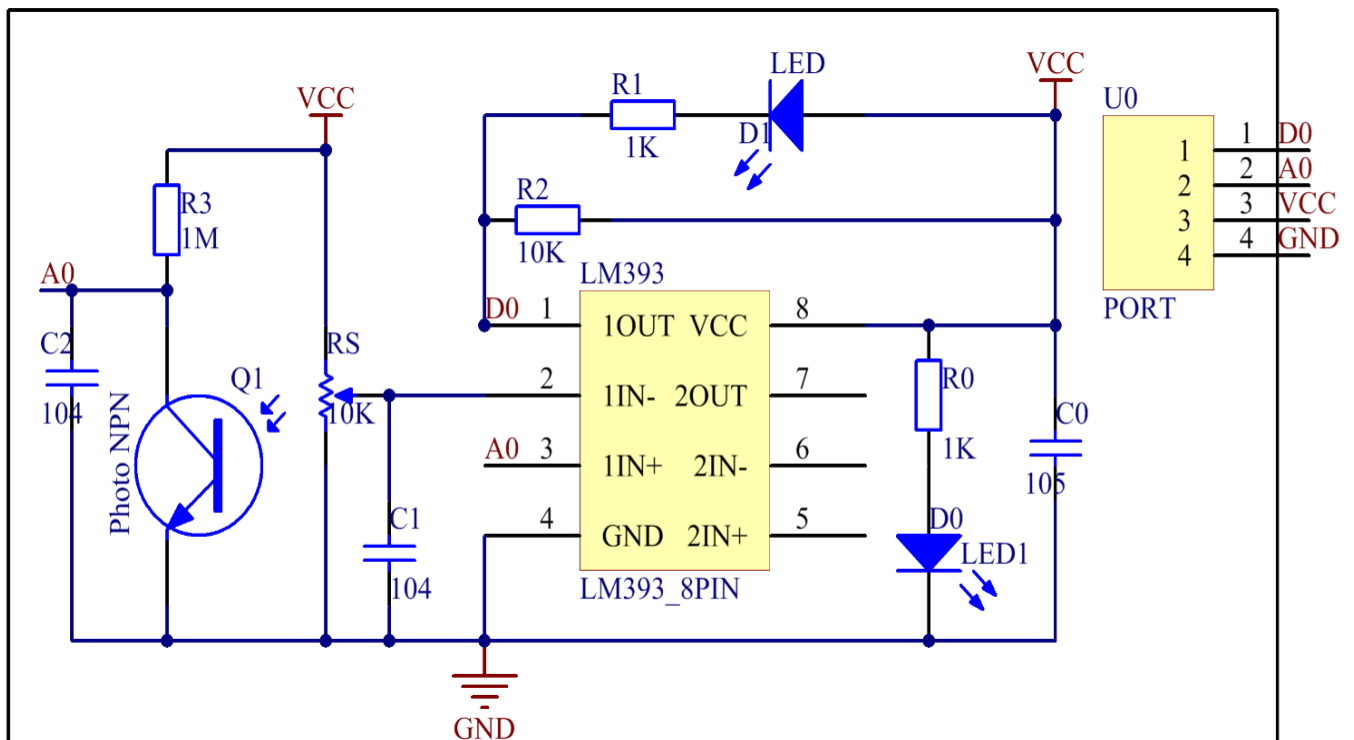


Рисунок 2.10 – Електрична схема модуля давача вогню YG1006

Коли давач реєструє певний рівень світлового випромінювання, він генерує сигнал, що показує наявність пожежі або вогню. Модуль має два виходи: аналоговий та цифровий. Аналоговий вихід використовується для зчитування точного значення сигналу давача, а цифровий вихід використовується для визначення наявності/відсутності полум'я.

В нормальному стані фототранзистор не пропускає струм. При наявності полум'я інфрачервоне випромінювання від нього падає на фототранзистор, що змушує його пропускати струм. Цей сигнал зчитується та обробляється мікроконтролером, який потім може активувати попередження або інші дії. Технічні характеристики давача вогню приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики давача вогню

Параметр	Значення
Час відгуку	$\leq 2$ с
Робоча напруга	3,3 – 5,5 В
Максимальний струм	15 мА
Кут виявлення полум'я	60°
Довжини хвилі полум'я	760 нм до 1100 нм

Модуль давача вогню на основі YG1006 є досить чутливим та надійним засобом для виявлення полум'я у приміщенні. Він може бути використаний для реалізації системи контролю за дотриманням заборони паління, допомагаючи вчасно виявляти початок процесу куріння та активувати відповідні заходи безпеки для запобігання можливим наслідкам.

#### 2.2.4 Модуль з активним динаміком

Модуль з активним динаміком, відомий як буюер або п'езозвуковий елемент, є пристроєм, що відтворює звукові сигнали для сповіщення або сигналізації в різних пристроях і системах (рис. 2.11). Цей модуль має вбудований активний



динамік, що означає, що він може відтворювати звук без додаткового підсилення або зовнішнього динаміка.



Рисунок 2.11 – Модуль з активним динаміком

Модуль здатний генерувати різні звукові сигнали, які будуть використовуватись для сповіщення про порушення заборони паління в приміщенні. Модуль може бути підключений до мікроконтролера за допомогою цифрового виводу. Це дозволяє інтегрувати його в систему контролю за дотриманням заборони на паління. Модуль працює в діапазоні напруг від 3 до 5 вольт. Це робить його сумісним з більшістю мікроконтролерів та інших електронних пристроїв. Електрична схема модуля з активним динаміком зображена на рис. 2.12.

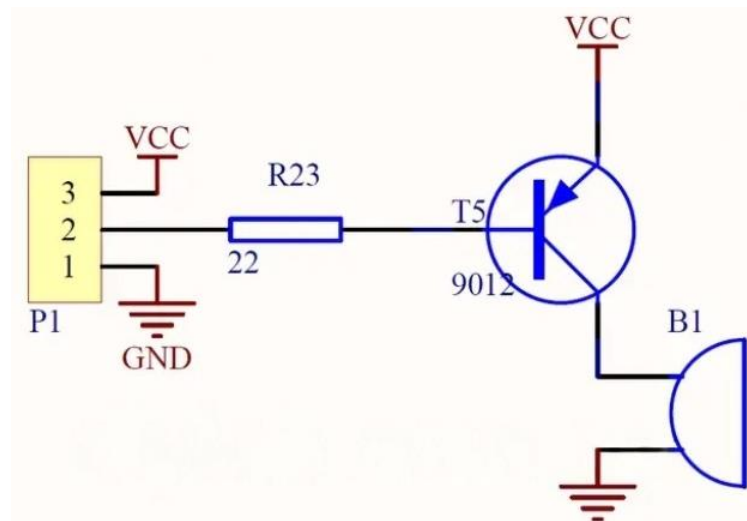


Рисунок 2.12 – Електрична схема модуля з активним динаміком

						КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
							32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Загалом, модуль з активним динаміком має довгий термін служби та високу надійність і тому є важливою складовою системи контролю за дотриманням заборони паління, оскільки він забезпечує ефективні сповіщення та сигналізацію у разі виявлення порушень.

## 2.3 Опис принципової схеми пристрою

### 2.3.1 Середовище проєктування електричних схем

EasyEDA – це онлайн-платформа для проєктування електричних схем та розробки друкованих плат. Вона забезпечує зручний веб-інтерфейс, який дозволяє створювати та редагувати електричні схеми та друковані плати без необхідності встановлення додаткового ПЗ (рис. 2.13).

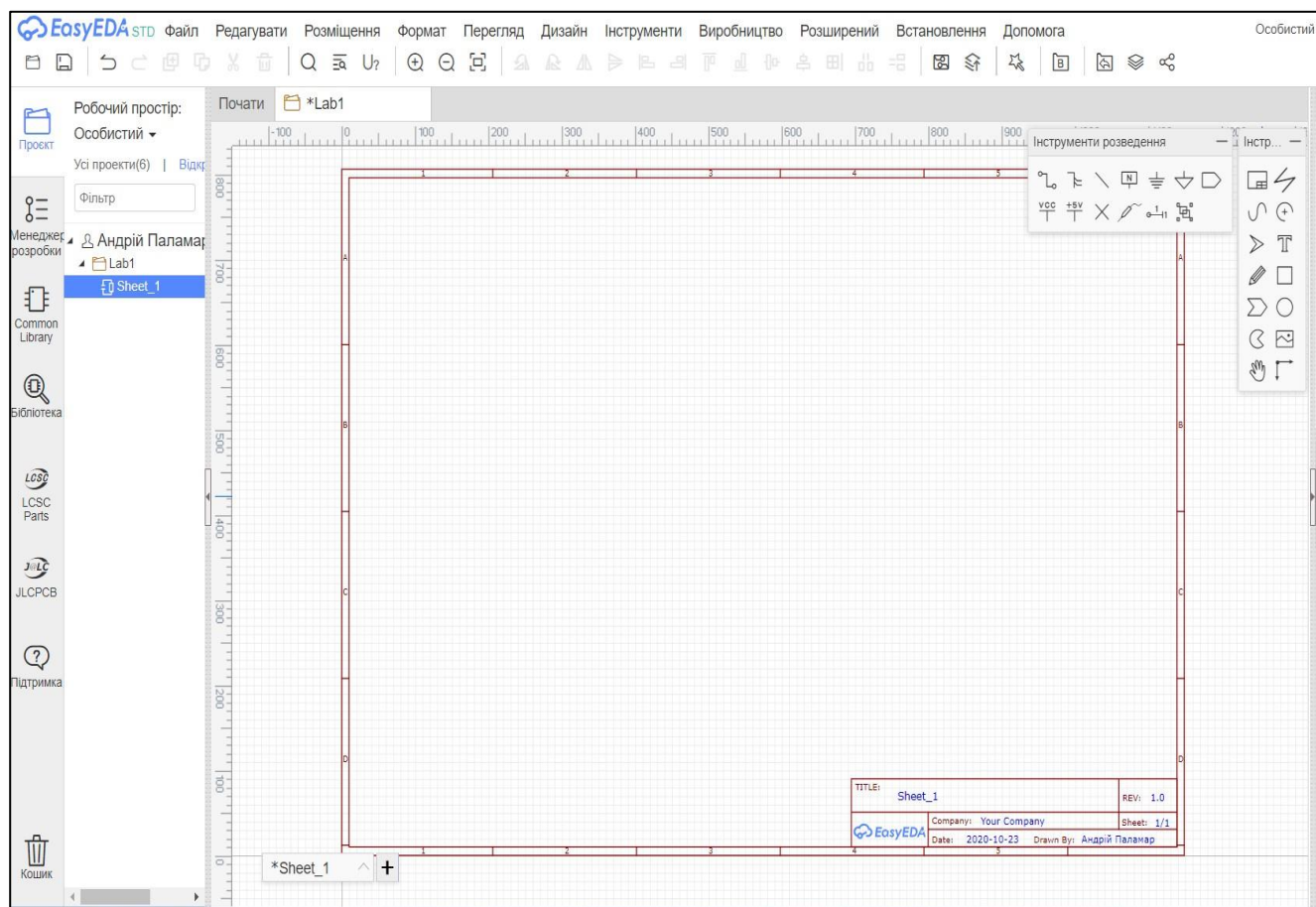


Рисунок 2.13 – Середовище EasyEDA

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Платформа має велику бібліотеку стандартних компонентів, таких як резистори, конденсатори, транзистори тощо, що дозволяє швидко складати електричні схеми без необхідності створення компонентів з нуля.

EasyEDA надає можливість легко створювати та редагувати електричні схеми за допомогою різноманітних інструментів, включаючи розміщення та з'єднання компонентів, підписи та анотації. EasyEDA має інструменти автоматичної маршрутизації доріжок, які спрощують процес розробки друкованих плат та допомагають уникнути конфліктів між з'єднаннями.

Платформа підтримує можливість спільної роботи над проектами, що дозволяє командам інженерів спільно працювати над проектами та обмінюватися інформацією у реальному часі.

EasyEDA підтримує експорт та імпорт проектів у різних форматах, таких як PDF, PNG, Gerber, Altium, KiCad тощо, що забезпечує сумісність з іншими програмами для розробки електроніки.

EasyEDA є потужним та зручним інструментом для проектування електричних схем та розробки друкованих плат, який підходить для реалізації комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

### 2.3.2 Синтез електричної схеми пристрою

Електрична принципова схема пристрою для контролю за дотриманням заборони паління зображена на рис 2.14. У цій схемі використовуються такі компоненти: датчик диму MQ-2 (позначений як U1), мікроконтролерна платформа ESP32-CAM (має позиційне позначення U2), датчик полум'я (позначений як U3), світлодіод (D1), резистор R1 з опором 220 Ом та модуль п'єзодинаміка (B1).

На схемі датчик диму MQ-2 з'єднаний з аналоговим входом IO0 мікроконтролера ESP32-CAM для вимірювання рівня концентрації диму у приміщенні.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

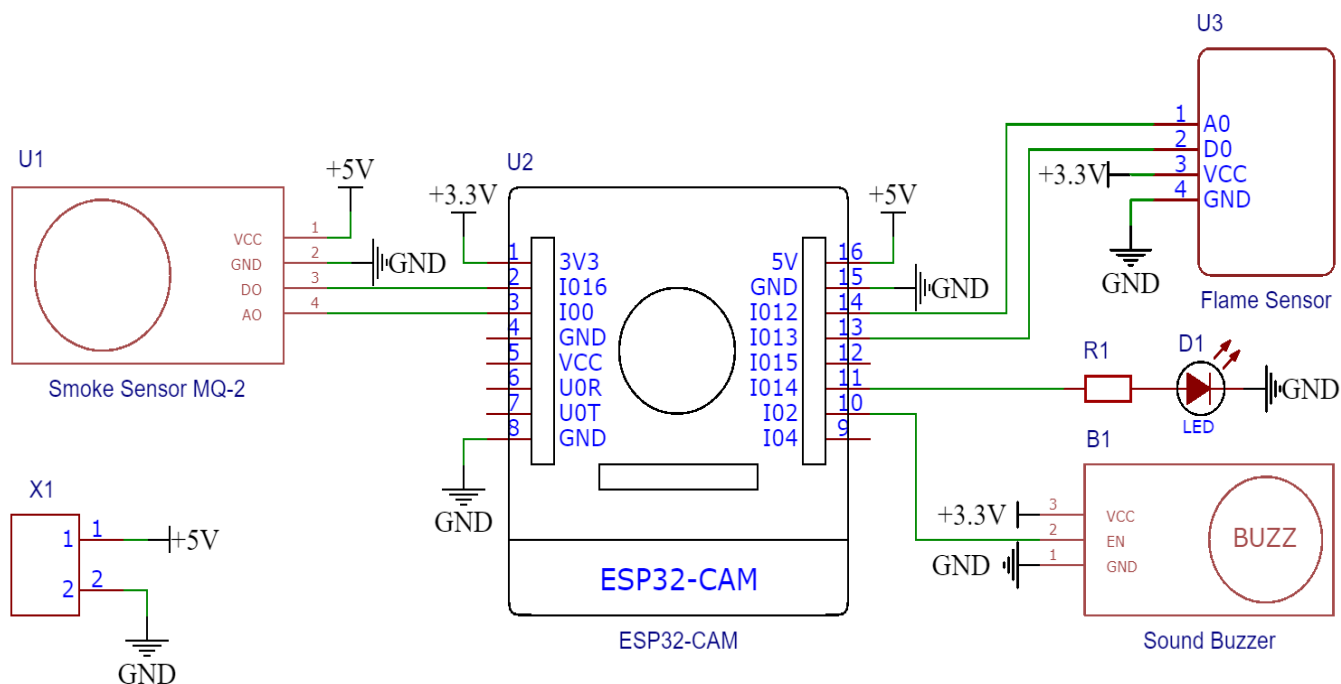


Рисунок 2.14 – Електрична принципова схема пристрою

Давач полум'я U3 з'єднаний з цифровим входом IO13 мікроконтролера для виявлення вогню. Світлодіод D1 підключений до виходу IO14 мікроконтролера для візуальної сигналізації, а резистор R1 використовується для обмеження струму через світлодіод. Модуль активного п'єзодинаміка підключений до виходу IO2 мікроконтролера для відтворення звукових сигналів та сповіщення.

## РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розробка алгоритму роботи системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Алгоритм програми для мікроконтролера ESP32-CAM, яка контролює дотримання заборони паління у приміщеннях, складається з декількох ключових етапів. На початку роботи програми відбувається ініціалізація всіх необхідних компонентів. Це включає в себе налаштування пінів мікроконтролера для під'єднання датчиків та пристроїв сигналізації, підключення до WiFi-мережі, а також налаштування клієнта для роботи з Telegram.

Після успішної ініціалізації починається основний цикл програми, який постійно зчитує значення з датчиків диму MQ-2 та полум'я. Зчитуються показники з відповідних пінів мікроконтролера. Наступним кроком є перевірка порогових значень для виявлення диму чи полум'я. Якщо рівень диму перевищує встановлений поріг або рівень полум'я перевищує свій поріг, програма переходить до активації сигналізації. Інакше, цикл повторюється, знову зчитуючи значення датчиків.

При перевищенні порогових значень система активує сигналізацію. Це включає в себе увімкнення світлодіода та п'єзодинаміка. Через певний проміжок часу, сигналізація вимикається, і процес повторюється для створення миготіння та звукового сигналу.

Після активації сигналізації камера робить знімок, фото зберігається у фреймбуфері. Після успішної зйомки фото, програма перевіряє стан підключення до WiFi. Якщо підключення активне, зображення відправляється до Telegram каналу. Після цього знімок повертається у фреймбуфер.

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Полюх А.В.			<b>Практична частина</b>	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					36	14
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осужівська Г.М.						

Блок-схема алгоритму роботи пристрою для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях зображена на рис. 3.1.

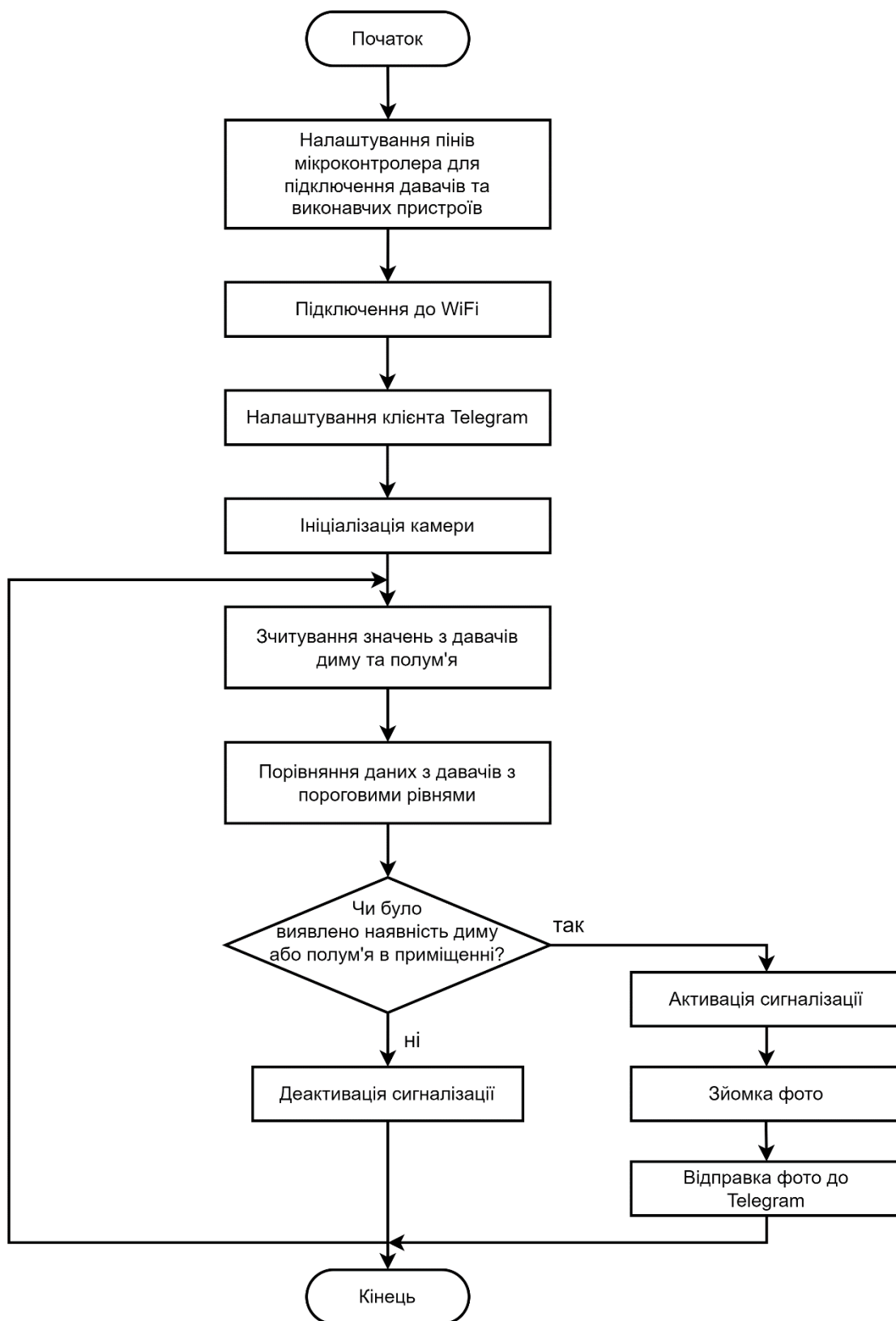


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи пристрою для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях

Після відправки фото до Telegram програма повертається до початку циклу, де знову зчитуються значення з датчиків. Таким чином, програма постійно моніторить рівень диму та полум'я у приміщенні, активуючи сигналізацію та відправляючи повідомлення у разі виявлення порушень заборони на паління.

## 3.2 Налаштування середовища розробки ПЗ

### 3.2.1 Опис середовища розробки ПЗ

Arduino IDE – це інтегроване середовище розробки, призначене для програмування мікроконтролерів Arduino та сумісних платформ, в тому числі ESP32-CAM (рис. 3.2).

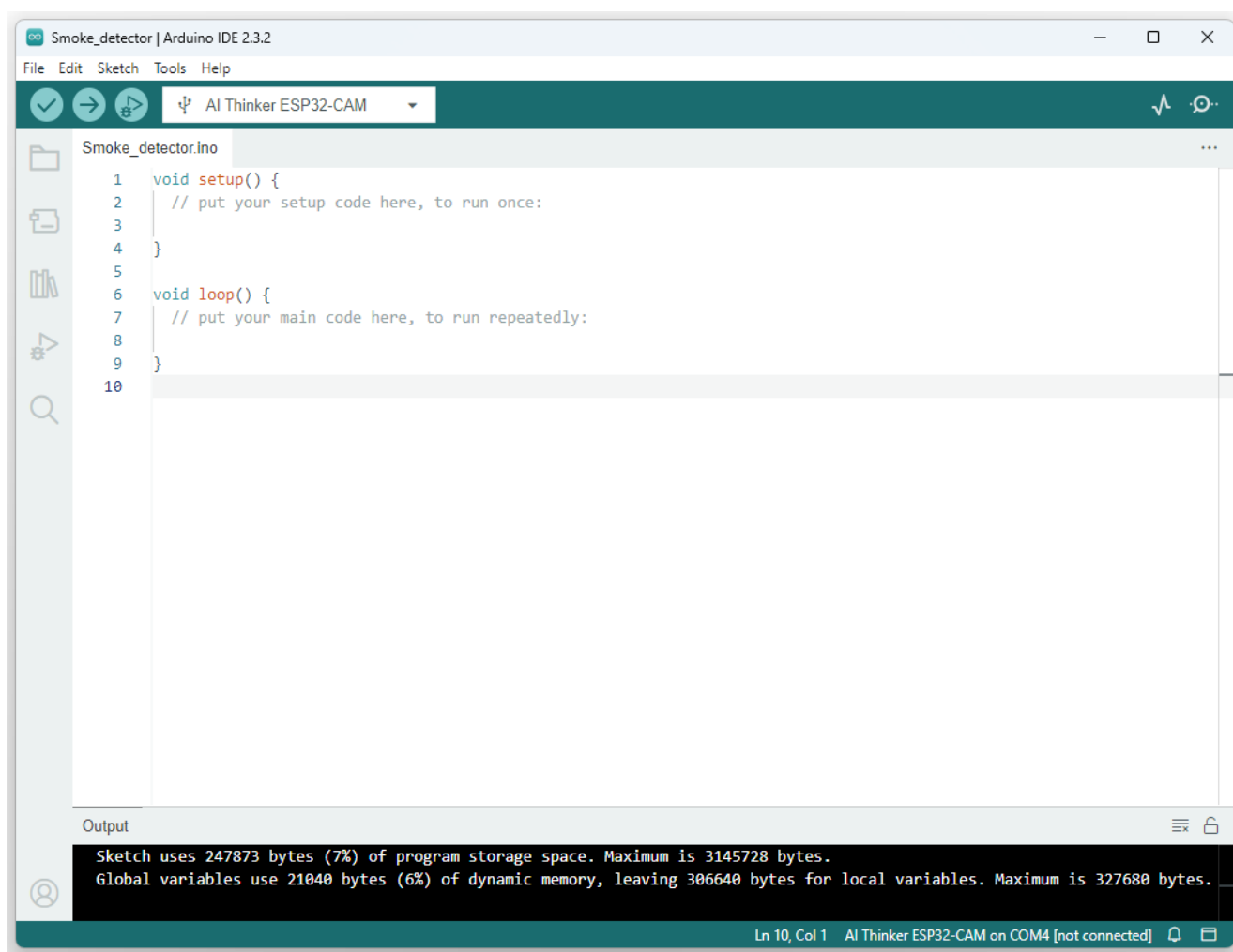


Рисунок 3.2 – Платформа Arduino IDE

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Arduino IDE v.2.3.2 має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, що дозволяє швидко організувати процес розробки ПЗ. У ньому є вбудований текстовий редактор з підсвічуванням синтаксису, що полегшує написання коду. Крім того, Arduino IDE має широкий вибір вбудованих бібліотек та прикладів коду, що дозволяє швидко реалізувати різноманітну функціональність.

Однією з переваг Arduino IDE є його сумісність з багатьма мікроконтролерами, включаючи ESP32-CAM. Це дозволяє розробникам легко використовувати Arduino IDE для програмування та налагодження програмного забезпечення для цього мікроконтролера без необхідності великих зусиль на налаштування середовища розробки.

### 3.2.2 Налаштування Arduino IDE для роботи з модулем ESP32-CAM

Щоб налаштувати Arduino IDE для роботи з модулем ESP32-CAM потрібно в меню "Preferences" у полі "URLs" додати посилання на файл `package_esp32_index.json` (рис. 3.3).

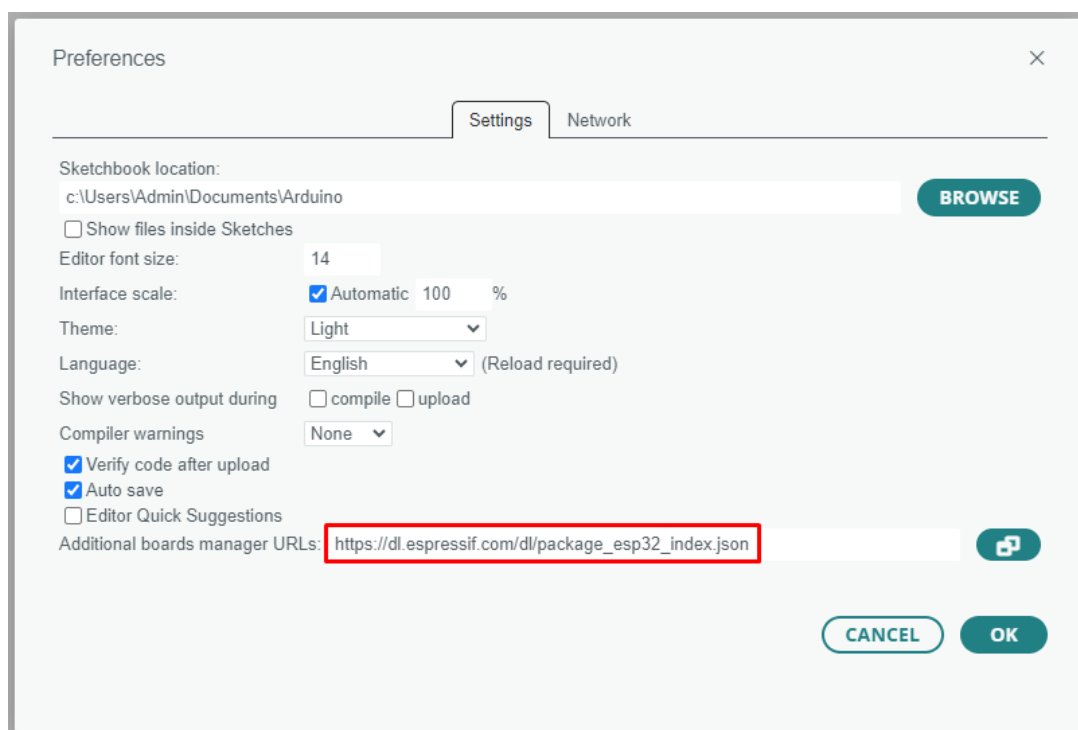


Рисунок 3.3 – Налаштування у вікні Preferences в Arduino IDE для роботи з модулем ESP32-CAM



В меню "Boards Manager..." необхідно ввести запит "ESP32" у поле пошуку. Далі потрібно встановити додаток ESP32, обираючи "esp32" натиснувши кнопку "Install" (рис. 3.4).

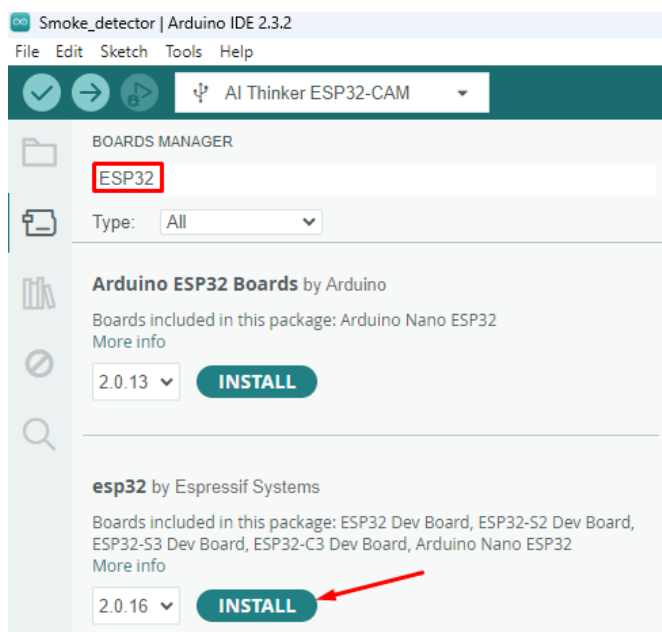


Рисунок 3.4 – Встановлення додатку ESP32

Після встановлення додатку для підтримки ESP32, необхідно перейти в меню "Board" та обрати "AI Thinker ESP32-CAM" у розділі "esp32" (рис. 3.5). Після цього модуль ESP32-CAM буде готовий до роботи з Arduino IDE.

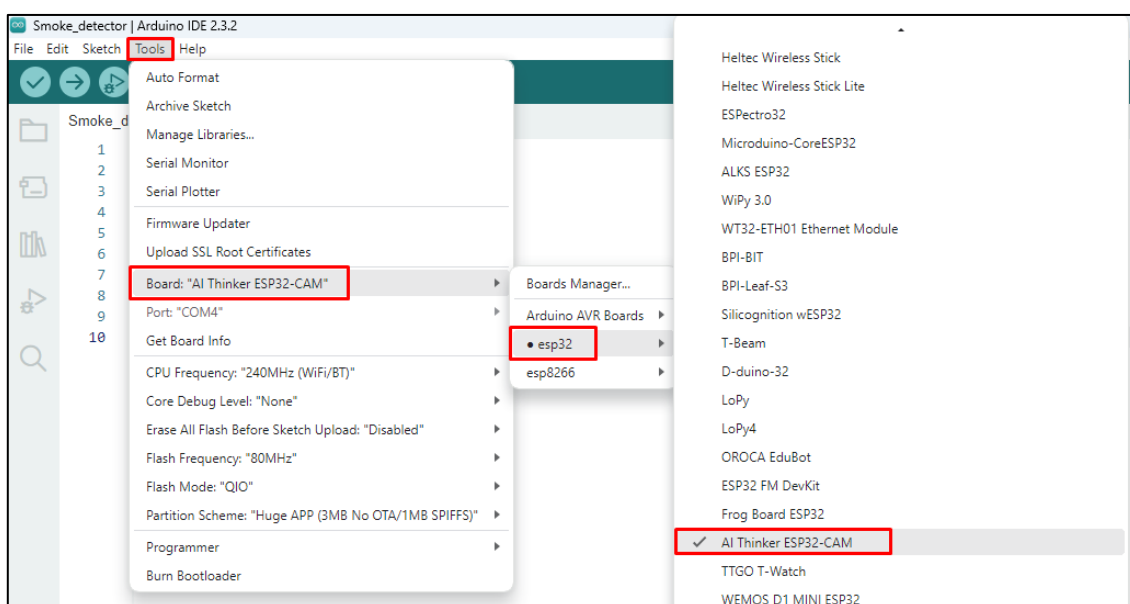


Рисунок 3.5 – Вибір платформи ESP-CAM в Arduino IDE

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ

Арк.

40

### 3.2.3 Встановлення бібліотек

Для встановлення бібліотек `ArduinoJson` та `UniversalTelegramBot` у `Arduino IDE` необхідно виконати такі кроки. В меню "Include Library" потрібно вибрати пункт "Manage Libraries...". У вікні що з'явилося треба ввести запит "ArduinoJson" у поле пошуку, знайти бібліотеку "ArduinoJson" та натиснути кнопку "Install" (рис. 3.6).

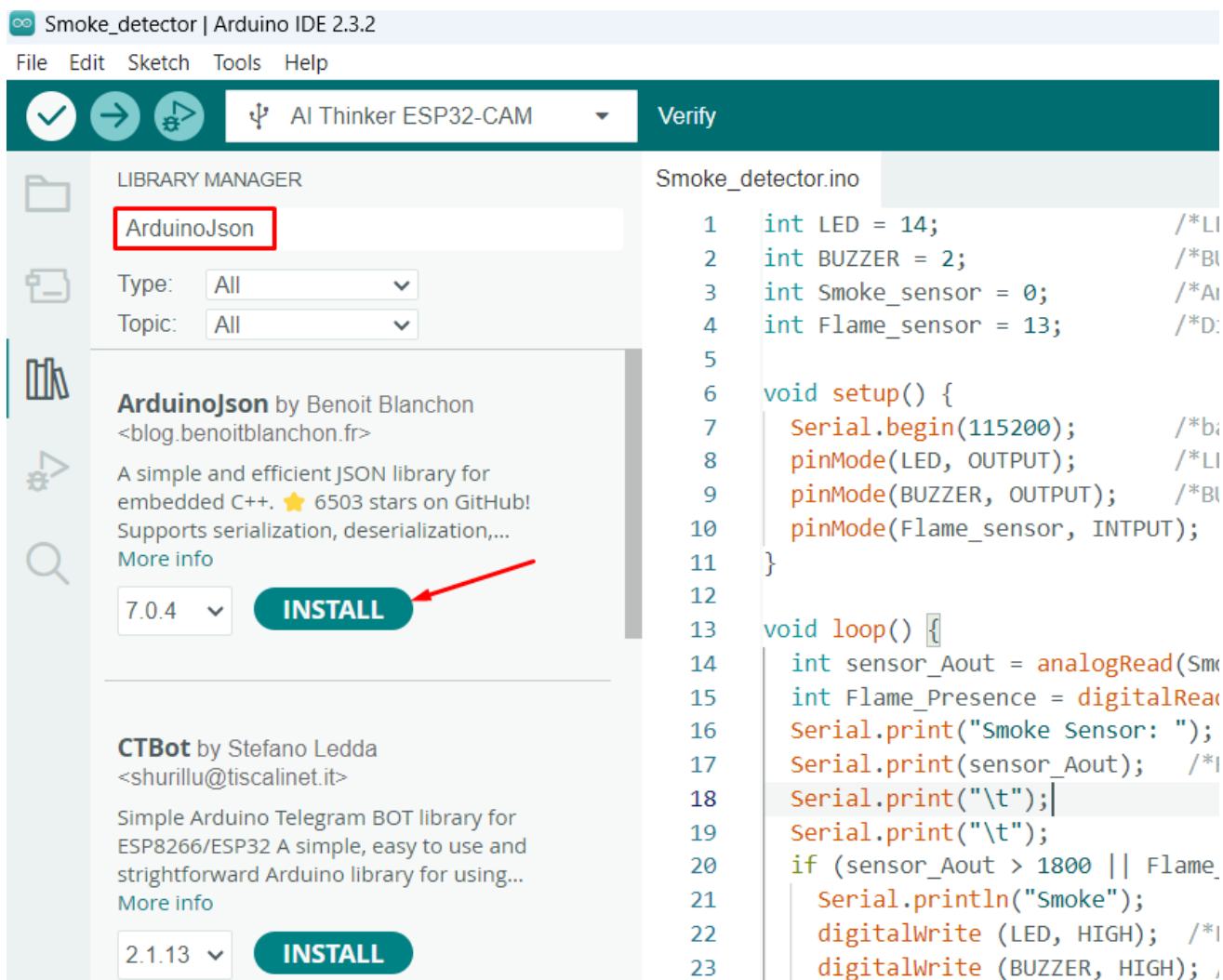


Рисунок 3.6 – Встановлення бібліотеки `ArduinoJson.h`

Аналогічним чином встановлювалась бібліотека `UniversalTelegramBot`. Після цього можна використовувати ці бібліотеки у проєктованій системі для роботи з JSON-даними та Telegram API.

### 3.3 Розробка програмного забезпечення

Для розробки ПЗ необхідно імпортувати кілька важливих бібліотек для роботи з ESP32-CAM (рис. 3.7):

- Arduino.h забезпечує основні функціональні можливості для роботи з платформою Arduino;
- WiFi.h дозволяє підключати ESP32 до WiFi мережі;
- ESP32CAM.h забезпечує керування камерою ESP32-CAM для захоплення зображень;
- UniversalTelegramBot.h інтегрує Telegram Bot API для надсилання повідомлень та зображень;
- ArduinoJson.h обробляє JSON дані, необхідні для комунікації з Telegram.

```
1  #include <Arduino.h>
2  #include <WiFi.h>
3  #include <ESP32CAM.h>
4  #include <UniversalTelegramBot.h>
5  #include <ArduinoJson.h>
```

Рисунок 3.7 – Лістинг коду для імпорту бібліотек

Код на рис. 3.8 визначає параметри підключення до WiFi та Telegram Bot: змінні ssid і password зберігають назву та пароль WiFi мережі; BOT\_TOKEN і CHAT\_ID містять токен Telegram бота та ідентифікатор чату відповідно.

```
7  // Параметри WiFi
8  const char* ssid = "SSID";
9  const char* password = "PASSWORD";
10 // Параметри Telegram Bot
11 #define BOT_TOKEN "YOUR_BOT_TOKEN"
12 #define CHAT_ID "YOUR_CHAT_ID"
13 WiFiClientSecure client;
14 UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);
```

Рисунок 3.8 – Лістинг коду для визначення параметрів підключення

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

На наступному етапі програма встановлює номери пінів для підключення різних компонентів системи та визначає пороги спрацювання датчиків: mq2Pin для датчика диму MQ-2, flamePin для датчика полум'я, ledPin для світлодіода, та buzzerPin для п'єзодинаміка (рис. 3.9). Також визначено пороги спрацювання датчиків: smokeThreshold для датчика диму та flameThreshold для датчика полум'я, що дозволяє системі визначати коли активувати сигналізацію.

```
16 // Піни датчиків та сигналізації
17 const int mq2Pin = 0; // Пін для датчика диму MQ-2
18 const int flamePin = 12; // Пін для датчика полум'я
19 const int ledPin = 14; // Пін для світлодіода
20 const int buzzerPin = 2; // Пін для п'єзодинаміка
21
22 // Пороги спрацювання датчиків
23 const int smokeThreshold = 300; // Поріг для датчика диму
24 const int flameThreshold = 500; // Поріг для датчика полум'я
```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду для встановлення пінів та порогових значень датчиків

Лістинг коду підпрограми setup() приведений на рис. 3.10.

```
26 void setup() {
27     Serial.begin(115200);
28     // Налаштування піни як входи/виходи
29     pinMode(mq2Pin, INPUT);
30     pinMode(flamePin, INPUT);
31     pinMode(ledPin, OUTPUT);
32     pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
33     // Підключення до WiFi
34     WiFi.begin(ssid, password);
35     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
36         delay(1000);
37         Serial.println("Connecting to WiFi...");
38     }
39     Serial.println("Connected to WiFi");
40     // Налаштування клієнта для роботи з Telegram
41     client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
42 }
```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду підпрограми setup()

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Підпрограма `setup()` ініціалізує послідовний зв'язок на швидкості 115200 бод для відладки, налаштовує піни як входи або виходи відповідно до підключених компонентів: `mq2Pin` та `flamePin` як входи, `ledPin` та `buzzerPin` як виходи. Далі програма підключається до WiFi, використовуючи задані SSID та пароль, і виводить повідомлення у послідовний порт під час спроб підключення, поки з'єднання не буде встановлене. Після успішного підключення виводиться повідомлення про підключення до WiFi. Також, клієнт налаштовується для роботи з Telegram, використовуючи сертифікат центру сертифікації Telegram для забезпечення безпечного з'єднання.

Код на початку функції `loop()` постійно зчитує значення з аналогових входів, до яких підключені давачі диму MQ-2 (`smokeLevel`) та полум'я (`flameLevel`). Якщо будь-яке з цих значень перевищує відповідний поріг (`smokeThreshold` або `flameThreshold`), активуються світлодіод та п'єзодинамік: вони вмикаються, чекають 500 мілісекунд, вимикаються і знову чекають 500 мілісекунд. Цикл повторюється, створюючи миготливий світловий та звуковий сигнал (рис. 3.11).

```
44 void loop() {
45     int smokeLevel = analogRead(mq2Pin);
46     int flameLevel = analogRead(flamePin);
47
48     if (smokeLevel > smokeThreshold || flameLevel > flameThreshold) {
49         // Вмикаємо світлодіод та п'єзодинамік
50         digitalWrite(ledPin, HIGH);
51         digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
52         delay(500);
53         digitalWrite(ledPin, LOW);
54         digitalWrite(buzzerPin, LOW);
55         delay(500);

```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду для зчитування стану давачів та періодичного вмикання світлодіода та п'єзодинаміка

Наступна частина коду, яка зображена на рис. 3.12, налаштовує параметри камери для знімання фотографій, використовуючи структуру `camera_config_t`.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

57 // Вмикаємо камеру та робимо фото
58 camera_config_t config;
59 config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
60 config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
61 config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
62 config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
63 config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
64 config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
65 config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
66 config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
67 config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
68 config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
69 config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
70 config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
71 config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
72 config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
73 config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
74 config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
75 config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
76 config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
77 config.xclk_freq_hz = 20000000;
78 config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
79 config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
80 config.jpeg_quality = 12;
81 config.fb_count = 1;

```

Рисунок 3.12 – Лістинг коду для налаштування параметрів камери

У цій конфігурації вказані номери пінів для з'єднання камери з ESP32-CAM: ledc\_channel та ledc\_timer для LED контролера, піни для даних, генерації тактового сигналу, тактового сигналу для пікселів, синхронізації, інтерфейсу камери, режиму живлення та скидання.

Додатково налаштовується частота тактового сигналу до 20 МГц, формат пікселів як JPEG, розмір кадру як SVGA, якість JPEG зображень до 12, і кількість фреймбуферів до 1.

На рис. 3.13 приведений лістинг коду, який ініціалізує камеру за допомогою функції esp\_camera\_init() з раніше налаштованою конфігурацією. Якщо ініціалізація не вдається, виводиться повідомлення "Camera init failed" і виконання припиняється.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

83     if (esp_camera_init(&config) != ESP_OK) {
84         Serial.println("Camera init failed");
85         return;
86     }
87
88     camera_fb_t* fb = esp_camera_fb_get();
89     if (!fb) {
90         Serial.println("Camera capture failed");
91         return;
92     }
93
94     // Відправка фото до Telegram
95     if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
96         Serial.println("Connected to WiFi, sending photo...");
97         bot.sendPhotoByBinary(CHAT_ID, "image/jpeg", fb->buf, fb->len, false);
98     }
99
100    esp_camera_fb_return(fb);
101 }
102 }

```

Рисунок 3.13 – Лістинг коду для ініціалізації камери, отримання знімка та передачі його по WiFi в Telegram bot

Після успішної ініціалізації виконується зйомка фото, яке зберігається в буфері за допомогою функції `esp_camera_fb_get()`. Якщо знімок не вдається, виводиться повідомлення "Camera capture failed" і виконання припиняється. Якщо підключення до WiFi активне, виводиться повідомлення "Connected to WiFi..." і фото надсилається через Telegram Bot за допомогою `bot.sendPhotoByBinary()`, використовуючи ідентифікатор чату, формат зображення, буфер зображення та його довжину. Після відправки знімок повертається у фреймбуфер за допомогою `esp_camera_fb_return(fb)`.

### 3.4 Створення Telegram бота

Процес створення та налаштування телеграм бота для отримання сповіщень та зображень з камери модуля ESP32-CAM передбачав використання Telegram користувача під назвою BotFather. Це офіційний бот для створення нових ботів,

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



взаємодія з яким розпочалася командою /start (рис. 3.14). Після цього було надіслано команду /newbot, що дозволило розпочати процес створення нового бота.

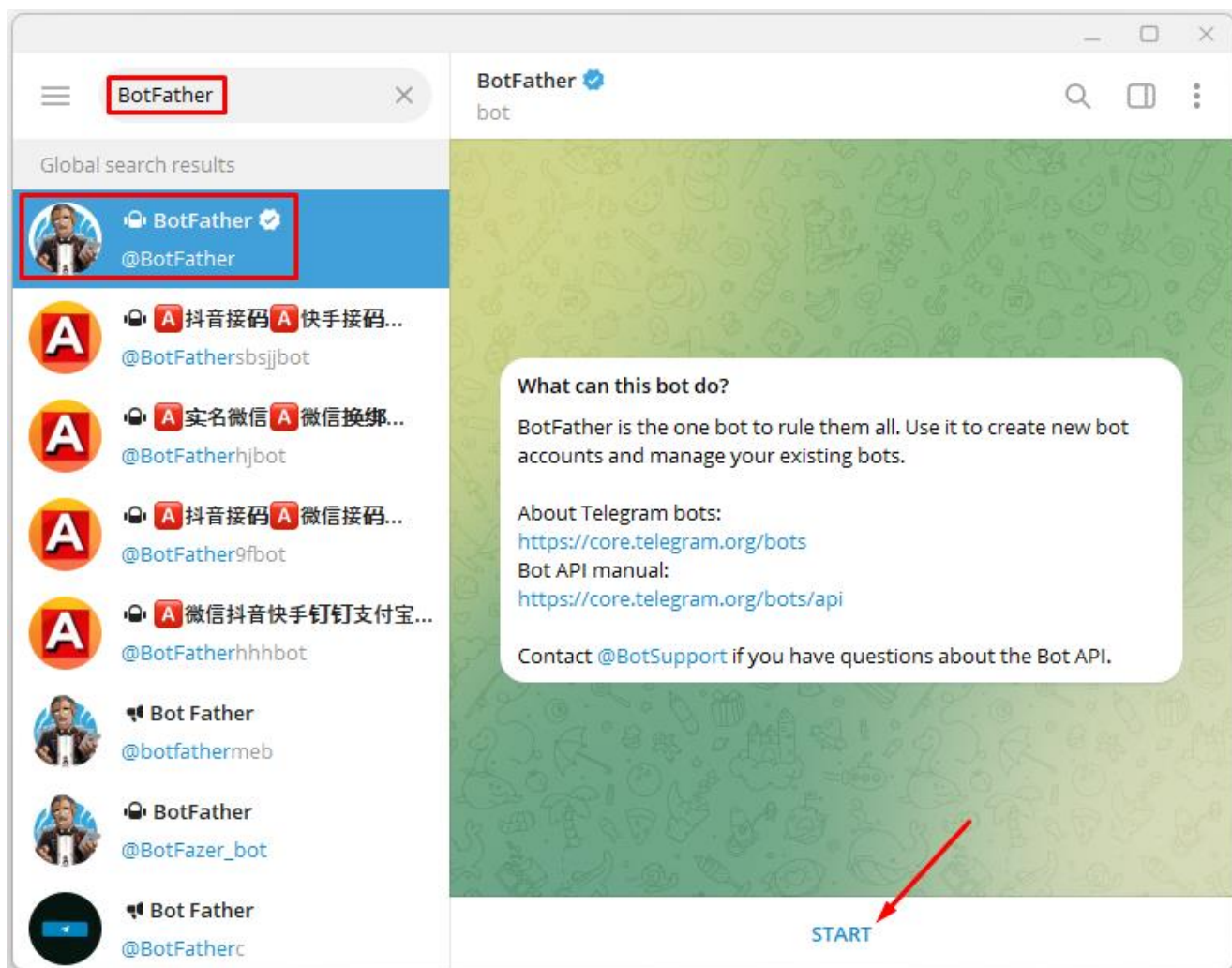


Рисунок 3.14 – Процес створення Telegram бота

BotFather запитав ім'я нового бота, яке мало бути відображене в списках контактів користувачів. Після цього було введено унікальне ім'я бота «SmokingBanBot», яке обов'язково повинно закінчуватися на "bot". Після створення бота BotFather надіслав токен доступу API (рис. 3.15). Цей токен необхідний для взаємодії з Telegram і виглядає як довгий рядок символів. Токен було збережено, оскільки він є критично важливим для подальших налаштувань.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



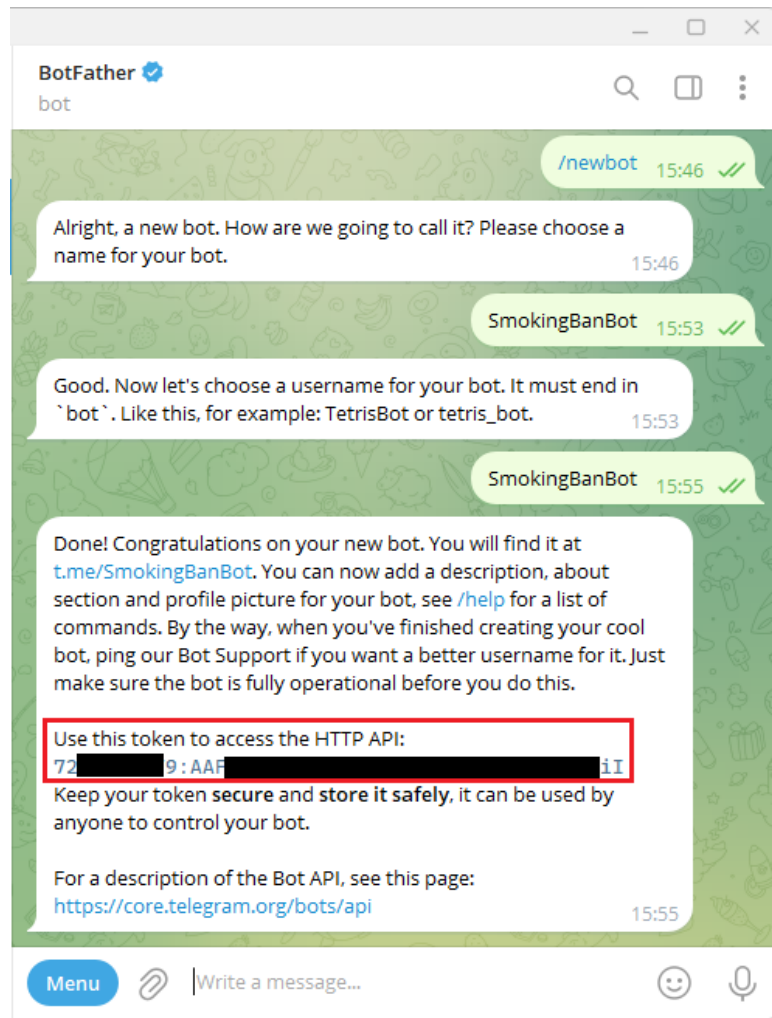


Рисунок 3.15 – Отримання API для створеного Telegram бота

Наступним кроком було отримання chat ID за допомогою бота @userinfobot, який необхідний для визначення, куди саме бот надсилатиме сповіщення. Після запуску цього бота і надсилання команди /start, він відповів повідомленням, яке містило chat ID користувача.

### 3.5 Тестування системи

Після завершення етапу налаштування та програмування компонентів системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях, була проведена серія тестів для оцінки її функціональності, надійності та ефективності у виявленні порушень.

Першим кроком тестування була перевірка роботи давача диму MQ-2. Система успішно виявляла підвищений рівень диму, коли поряд з давачем був наявний цигарковий дим. Після досягнення встановленого порогу концентрації диму, система негайно активувала світлову та звукову сигналізацію, демонструючи миттєву реакцію на виявлене порушення.

Наступним етапом було тестування давача вогню на основі YG1006. Для цього поряд з давачем було запалено невелике полум'я. Система швидко розпізнавала його наявність і активувала відповідні сигналізаційні засоби. Це підтвердило, що система здатна оперативно реагувати не тільки на дим, але і на виявлення відкритого вогню, що є важливим аспектом для забезпечення пожежної безпеки.

Далі було перевірено функціонування камери ESP32-CAM. При активації давачів диму або полум'я, камера автоматично робила знімок приміщення і надсилала його до Telegram каналу. Всі зображення були чіткими і вчасно доставленими, що підтвердило надійність передачі даних через WiFi. Також було перевірено стійкість WiFi-з'єднання, яке залишалось стабільним навіть при великому потоці даних.

Для перевірки інтеграції системи з Telegram ботом були проведені кілька симуляцій реальних сценаріїв. Всі сповіщення про виявлені порушення приходили до Telegram каналу швидко і без затримок, що дозволяє адміністраторам приміщень оперативно реагувати на потенційні інциденти. Крім того, система продемонструвала можливість надсилання кількох послідовних знімків при тривалому виявленні диму або полум'я, що забезпечує додаткову інформативність для користувача.

Загалом, результати тестування показали, що розроблена система ефективно виконує всі задані функції. Вона вчасно виявляє порушення заборони паління та надсилає сповіщення до відповідальних осіб, що підтверджує її готовність до впровадження в реальні умови експлуатації.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Долікарська допомога при отруєннях

Отруєння – це група захворювань, викликаних впливом на організм отрути різного походження. При отруєнні, особливо невідомою токсичною речовиною, необхідно негайно викликати лікаря. До прибуття лікаря необхідно припинити контакт потерпілого з отруйною речовиною та видалити її з організму. Оскільки отрути можуть потрапляти в організм трьома шляхами – через шлунково-кишковий тракт, через органи дихання та через шкіру або слизисті оболонки, то цим визначається характер першої допомоги.

Якщо отрута (за винятком кислот чи лугів) потрапила у шлунково-кишковий тракт, потерпілому негайно кілька разів промивають шлунок до появи чистих промивних вод. Для цього його примушують випити 1,5 – 2,0 л води ледь підфарбованої марганцевокислим калієм або води з питною содою (1 чайна ложка на 1 склянку води), а потім викликають блювання подразненням кореня язика. Після цього дають суспензію активованого вугілля, яка має хороші адсорбційні властивості. Кишечник очищається за допомогою сольового проносного – 20 г гіркої солі на 0,5 склянки води. Потім потерпілого зігрівають, дають йому багато чаю або кави, але не їжу.

У разі потрапляння отруйних газів або випарів у дихальні шляхи потерпілому необхідно забезпечити приплив свіжого повітря, вивільнити його від одягу, який утруднює дихання. При запамороченні чи непритомності дати понюхати нашатирний спирт, при зупинці дихання – проводити штучне дихання.

При потраплянні отруйних речовин на шкіру необхідно принаймні вимити ділянку тіла водою з милом. Якщо ці речовини мають до того ж агресивну дію, необхідно діяти, як зазначено при хімічних опіках.

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Полюх А.В.			<b>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевірів		Паламар А.М.					50	7
Консульт.						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Отруєння харчовими продуктами. Причина – вживання неякісних, несвіжих або заражених хвороботворними бактеріями продуктів. Захворювання, як правило, починається через 2–3 години після вживання неякісних продуктів, інколи – через 20–26 годин [27].

Ознаками такого отруєння є загальне нездужання, нудота, неодноразове блювання, біль у животі, головний біль, частий пронос, блідість, спрага, підвищення температури тіла до 38 – 40 °С, частий слабкий пульс, судоми. Блювання і пронос зневоднюють організм, сприяють втраті солей. При отруєнні харчовими продуктами потрібно діяти, як при потраплянні отрути у шлунково-кишковий тракт.

З метою запобігання харчовим отруєнням не слід допускати вживання недоброякісних та не зовсім свіжих продуктів. Особливо обережно слід вживати консерви і в разі появи підозри на їх низьку якість (здуття кришки, банки, поганий запах, незвичайний колір тощо) не вживати їх. З метою запобігання отруєнням фальшивими спиртними напоями не слід купувати напої сумнівного виробництва.

Отруєння ліками, алкогольними та наркотичними речовинами. Особливість першої допомоги полягає в тому, що потерпілого ні в якому разі не можна залишати самого, оскільки в нього можуть спостерігатися порушення роботи центральної нервової системи – гальмування або збудження її, параліч дихання, непритомність, клінічна смерть.

Отруєння кислотами та лугами – найбільше поширені серед ненавмисних отруєнь хімічними речовинами, які потрапили в організм через стравохід, особливо в побуті, у дітей. Ознаки – різкі болі в ротовій порожнині, стравоході та в шлунку, опік (набряк) слизистих, блювання з домішкою крові, труднощі під час ковтання. Іноді характерний запах з рота. Потерпілі часто збуджені, можливий набряк гортані з розвитком асфіксії, непритомність.

Для надання долікарської допомоги потрібно негайно видалити слину та слиз з рота потерпілого, загорнувши чайну ложку в марлю, серветку чи хустинку, протерти ротову порожнину. Промивати шлунок водою не можна, оскільки це може викликати блювання і призвести до потрапляння отрути у дихальні шляхи.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можна лише дати потерпілому 2–3 склянки води, щоб розбавити кислоту чи луг і зменшити тим самим їх агресивну дію. Не можна також нейтралізувати кислоту, що потрапила у шлунок, лугом і навпаки, оскільки при цьому утворюється велика кількість вуглекислого газу, що призводить до розтягування шлунка, посилення болю та кровотечі. Якщо виникли ознаки задухи, проводять штучне дихання – краще способом «з рота в ніс», оскільки слизова оболонка рота потерпілого обпечена [28].

Отруєння оксидом вуглецю. Причини – вдихання чадного газу, генераторного газу, продуктів горіння, диму. В крові блокується зв'язок гемоглобіну з киснем і обмежуються умови для його перенесення кров'ю від легень до тканин.

Ознаки при легкому отруєнні – шкіра яскраво-рожева, запаморочення, шум у вухах, загальна слабкість, нудота, блювання, слабкий пульс, короткочасна непритомність; при тяжкому отруєнні – нерухомість, судоми, порушення зору, дихання, роботи серця, непритомність протягом годин і навіть діб, клінічна смерть. Для надання допомоги слід діяти, як при потраплянні отрути у дихальні шляхи.

#### 4.2 Заходи з техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні та склеюванні деталей

Друкована (печатна) плата – це пластина, яка виготовлена з діелектрика (гетинакс, текстоліт тощо), на якій сформований принаймні один провідний малюнок. Електронні компоненти монтуються на друковану плату і з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка шляхом паяння, або, значно рідше – зварювання, внаслідок чого збирається електронний пристрій (або змонтована друкована плата). Зазвичай друкована плата проектується індивідуально залежно від типів корпусів деталей і електронної схеми. Для їх розробки використовують спеціальне програмне забезпечення.

Сучасна технологія виготовлення друкованих плат містить з велику кількість різних хімічних, фотохімічних і механічних операцій. Більшість речовин і

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалів, які застосовуються при виготовленні друкованих плат, є небезпечними для життя і здоров'я людини. Шкідливі речовини і їх пари можуть проникати в організм людини через кишково-шлунковий тракт, шкіру і органи дихання.

Вдихання хімічних речовин в будь-якому стані (пил, пари, чи газ) спричиняє ураження верхніх дихальних шляхів і загально-токсичний ефект при всмоктуванні речовин в кров. У кишково-шлунковий тракт шкідливі речовини попадають при курінні, вживанні води і їжі на ділянках виготовлення друкованих плат.

Нагрівання розчинів призводить до виділення краплин рідини і інтенсивного пароутворення, які тягнуть за собою частинки розчину, а це спричиняє забруднення атмосфери виробничих приміщень. Крім цього, під час різних операцій утворюються і поступають в атмосферу проміжні речовини, які можна віднести до першого класу небезпеки. Так, хлоровані вуглеводні (тетрахлоретилен, трихлоретилен) при взаємодії з сонячним світлом чи відкритими джерелами полум'я утворюють нову речовину – надзвичайно небезпечний газ фосген, а при реагентному способі очищення відпрацьованих вод від сполук ціану може утворюватися хлорціан [28].

Попадання кислоти в лужний ціанистий електроліт, змішування ціанистих і кислих стоків вентиляційних вихлопів може спричинити утворення ціаністого водню. Процеси хімічного фрезерування, електрохімічної обробки, травлення і знежирення супроводжуються виділенням парів лугів, кислот і потраплянням їх в повітря зони дихання. Багато шкідливих речовин надходить в організм через шкіру, особливо небезпечними є розчинники, луги, концентровані кислоти і хромові композиції.

У відділах приготування електролітів завжди має місце висока концентрація парів токсичних речовин і пилу, особливо під час: змішування сипучих компонентів, дозуванні при приготуванні розчинів, обробки матеріалів і під час транспортних операцій.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

При ціаністому срібленні і мідненні утворюється ціаністий водень, який потрапляє в атмосферу, в цьому випадку відчувається запах мигдалю. Поява у повітрі шкідливих речовин над ваннами є результатом виносу дрібних краплинок електроліту бульбашками газів (кисню і водню), які виділяються на електродах під час електролітичного процесу та випаровування розчинів. Ціаністий водень утворюється внаслідок контакту ціаністого розчину з вуглекислою. Біля ванн окисдування утворюються пари лугів; біля ванн кадміювання – оксиди кадмію; біля ванн декапірування – пари соляної кислоти; при очистці свинцевих анодів – пил свинцю; при хромуванні – хромовий ангідрид; при нікелюванні – пари сполучення нікелю [28].

Однією з умов дотримання безпеки праці є забезпечення здійснення етапів виробництва відповідно до технологічної послідовності окремих операцій, передбачаючи механізацію і автоматизацію процесів, а також централізацію приготування електролітів. Пульти операторів автоматичних ліній з програмним управлінням повинні бути віддалені від ванн на певну відстань, що виключає вплив на працівників небезпечних виробничих факторів.

При неможливості автоматизації процесів має бути забезпечена комплексна механізація окремих етапів – підготовчих, транспортних, фінішних, зокрема завантаження друкованих плат у ванни і їх вивантаження. Використання ручних робіт допускається при відсутності в технологічному процесі речовин 1-го і 2-го класів небезпеки і з застосуванням індивідуального і колективного захисту працівників.

Особливу увагу необхідно звернути на заміну токсичних речовин нетоксичними чи менш токсичними, заміну небезпечних операцій менш шкідливими. Так, використання інгібіторів і присадок дозволяє зменшити витрати на вентиляцію, а також значно знизити виділення парів кислоти з поверхні травильних і гальванічних ванн (дзеркало ванни покривається піною).

При склеюванні та паянні деталей, виконанні монтажних робіт присутні певні шкідливі фактори. Тому усі робочі місця мають бути обладнані витяжною

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

вентиляцією, а працівники використовувати засоби індивідуального захисту шкіри, очей і органів дихання. Повітря має бути чистим, потрібної вологості і температури. Отже, використання вентиляції потрібне для зменшення або ліквідації задимленості повітря та покращення виробничого процесу і підвищення вищої якості продукції.

Усе це робить вентиляцію одним з найефективніших засобів оздоровлення, підвищення продуктивності праці і безпеки та покращення якості продукції при монтажних роботах. За способом переміщення повітря вентиляція може бути механічною, природною і змішаною. Природний обмін повітря у робочому приміщенні здійснюється через двері, кватирки, вікна, ґратки на підлозі та у стінах. При механічній вентиляції повітря видаляється або подається системою вентиляційних каналів за допомогою вентиляторів [28].

У приміщеннях де виконуються монтажні роботи, використовують механічну і природню вентиляцію. За місцем дії вентиляція може бути і загальнообмінною, принцип дії якої базується на розрідженні речовин, які виділяються, свіжим повітрям до певної температури і концентрації. У приміщеннях, в яких можливе різке надходження у повітря великої кількості шкідливої пари, пилу, газів, передбачається аварійна вентиляція. Для ефективної роботи системи вентиляції кількість повітря, яке надходить повинна відповідати кількості видаленого повітря, або різниця між ними повинна бути мінімальною. Витяжні і припливні системи у приміщенні розміщені так, що свіже повітря подається у ті частини, в яких кількість шкідливих речовин мінімальна (або відсутня зовсім), а видаляється там, де їх видалення є мінімальним; приплив повітря відбувається у робочі зони, а витяжка з верхньої зони приміщення.

Система вентиляції не викликає ні перегріву ні переохолодження працівників і не створює шуму на робочих місцях, який би міг перевищувати допустимі норми. Система вентиляції також повинна бути пожежо- і вибухонебезпечною, надійною, простою в експлуатації і економічною.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



Вентиляція забезпечує потрібний обмін повітря завдяки різниці густини теплого повітря, яке знаходиться всередині приміщення і холоднішого повітря зовні, а також внаслідок вітрових потоків. Природна вентиляція може бути організованою і неорганізованою. У першому випадку повітря видаляється і надходить через щілини і пори кватирок, вікон і зовнішніх огорож.

Організована вентиляція здійснюється дефлекторами і аерацією. Аерація – це організований і регулюючий природній обмін повітря. Дефлектори являють собою спеціальні пасажі, що використовують енергію вітру і встановлюються на витяжних повітровідводах [29].

Штучна вентиляція підтримує постійний обмін повітря незалежно від зовнішніх метеорологічних умов, завдяки механічним і повітроводам вентиляторам. Повітря, яке надходить до приміщення, у випадку необхідності охолоджується або підігрівається, осушується або зволожується. Забезпечується очищення повітря, яке виводиться в атмосферу.

Припливна загальнообмінна система вентиляції виконує забирання повітря ззовні вентилятором через калорифер, в якому повітря зволожується і нагрівається, а потім подається до приміщення. Забруднення повітря витісняється неочищеним через щілини, вікна, двері.

Місцева вентиляція забезпечує вентиляцію безпосередньо біля робочого місця працівника, вловлює шкідливі речовини під час їх виділення і запобігає потраплянню шкідливих речовин у повітря приміщень. Місцева вентиляція за способом обміну повітря також поділяється на витяжну та припливну.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі було розроблено прототип комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Система здатна автоматично виявляти факти паління, активувати світлову та звукову сигналізацію, а також надсилати фотографії порушення на Telegram канал адміністрації. Реалізований прототип демонструє високу чутливість та надійність, що дозволяє значно покращити контроль за дотриманням заборони на куріння у закритих просторах, забезпечуючи тим самим безпеку та комфорт для всіх присутніх.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано наступні завдання:

- проведено аналіз вимог до системи контролю за дотриманням заборони паління та розглянуто можливі технологічні рішення для її реалізації;
- розроблено структуру системи та визначено функціональні вимоги до її компонентів;
- реалізовано апаратне забезпечення для системи на основі мікроконтролера ESP32-CAM з модулем камери, датчиків диму та полум'я;
- розроблений алгоритм роботи та програмне забезпечення для системи, яке обробляє дані з датчиків, виявляючи порушення, генерує сповіщення та надсилає повідомлення на telegram канал.

Розроблена система показала високу чутливість до виявлення диму та полум'я, стабільну роботу та надійність при передачі даних. Загалом, результати даної роботи підтверджують доцільність та ефективність використання комп'ютеризованої системи для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бездротовий Датчик диму для домашньої сигналізації JYX SS-168. URL: <https://tehnomix.com.ua/besprovodnoy-datchik-dyma-signalizatsiya-jyx-ss168-433-mgts/> (дата звернення: 12.03.2024).
2. Бездротовий датчик диму Hikvision DS-PDSMK-S-WE. URL: <https://www.bezpeka-shop.com/ua/product/ds-pdsmk-s-we-izveshchatel-dyma/> (дата звернення: 13.03.2024).
3. Ajax FireProtect – бездротовий димо-тепловий датчик із сиреною. URL: <https://ajax.systems/ua/products/fireprotect/> (дата звернення: 13.03.2024).
4. Модуль Wi-Fi ESP32-CAM з камерою 2MP. URL: <https://arduino.ua/prod3458-modyl-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (дата звернення: 26.03.2024).
5. Keystudio MQ-2 Combustible gas and Smoke for Arduino. URL: <https://www.keystudio.com/products/free-shipping-keystudio-mq-2-combustible-gas-and-smoke-for-arduino> (дата звернення: 27.03.2024).
6. Модуль датчика вогню. URL: <https://arduino.ua/prod1118-modyl-datchika-ognya> (дата звернення: 28.03.2024).
7. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
8. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
9. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
10. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
11. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovsky R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.

					КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

13. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

14. Palamar A., Karpinskyy M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 10-15, 2011), Pärnu, Estonia, 2011. P. 80-84.

15. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania, September 21–23, 2017. Vol. 2. P. 1051–1055.

16. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

17. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

18. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

19. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

20. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

21. Palamar A., Palamar M. Fire Safety Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2023. 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023), Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. 3468. P. 164-172.

22. Stadnyk M., Palamar A. Project management features in the cybersecurity area. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 106, No 2. P. 54–62.

23. Palamar A., Stadnyk M., Palamar M. Adaptive PID regulation method of uninterruptible power supply battery charge current based on artificial neural network. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 107, No 3. P. 5–13.

24. Palamar M., Yavorska M., Palamar A., Strembitskyi M. Modeling and Research of Satellite Antenna Adjustment Process for Earth Remote Sensing. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, November 14-18, 2022. P. 317-320.

25. Palamar M., Horyn T., Palamar A., Batuk V. Method of calibration MEMS accelerometer and magnetometer for increasing the accuracy determination angular orientation of satellite antenna reflector. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 108, No 4. P. 79–88.

26. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2023), November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

27. Бедрій І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

28. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

29. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

					<i>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедрою КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ  
ЗАБОРОНИ ПАЛІННЯ У ПРИМІЩЕННЯХ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на  9  листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ к.т.н. Паламар А.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІ-41

\_\_\_\_\_ Полюх А.В.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

Тернопіль 2024

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.125.00.00.

### 1.2 Виконавець

Студент групи СІ-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Полюх Андрій Вікторович.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-408 від «24» квітня 2024 року.

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 01.03.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 24.06.2024 р.



## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту роботи на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Система призначена для ефективного виявлення і моніторингу порушень правил щодо паління в закритих просторах. Завдяки використанню сучасних технологій, ця система повинна забезпечувати надійний контроль за дотриманням встановлених правил і реагувати на порушення в реальному часі.

### 2.2 Мета створення системи

Метою створення комп'ютеризованої системи контролю за дотриманням заборони паління є забезпечення безпеки, охорони здоров'я та комфорту для всіх присутніх у приміщенні, де діє заборона на паління. Система повинна виявляти наявність диму чи цигаркового запаху за допомогою давачів, а також здійснювати відповідні дії, такі як відтворення звукових сигналів або надсилання повідомлень адміністраторам приміщення.

## 2.3 Характеристика об'єкту

Система проєктується для контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях, що включає в себе:

- визначення функціональних, технічних та інших вимог, які повинна виконувати система
- вибір необхідних компонентів, розробку схем підключення, визначення логіки роботи системи;
- розробку програмного забезпечення для керування системою;
- тестування системи, виявлення та усунення можливих помилок та оптимізацію роботи системи..

## 3 Вимоги до системи

### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях повинна забезпечити:

1. Точне виявлення наявності диму від цигарок в приміщенні;
2. Постійний моніторинг дотримання заборони паління та реагування на будь-які факти порушення цих правил;
3. Надсилання сповіщення адміністраторам приміщення або відповідним службам у разі виявлення порушень заборони паління;
4. Автоматична реакція на порушення заборони паління, наприклад, відтворення звукових сигналів.

#### 3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях включає в себе:

- давачі, які здатні виявляти наявність диму та полум'я в приміщенні;

- мікроконтролер, який керує всіма компонентами системи та обробляє отримані дані;
- активний динамік для відтворення звукових сигналів, який показує, коли порушення заборони на паління виявлено;
- систему сповіщення, яка може надсилати повідомлення адміністраторам приміщення у разі виявлення порушень заборони паління.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях. Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- надійність;
- точність виявлення;
- швидкість реакції;
- масштабованість;
- безпека даних;
- сумісність.

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

Система повинна використовувати бездротові технології зв'язку для передачі даних між компонентами, щоб уникнути необхідності проведення дротових з'єднань, що може бути складним у великих приміщеннях. Зв'язок повинен бути надійним та стійким до перешкод і спотворень, щоб забезпечити безперебійне функціонування системи в різних умовах експлуатації.

### 3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна мати різні режими функціонування, щоб відповідати різним ситуаціям експлуатації та потребам користувачів. Основні вимоги до режимів функціонування включають режим нормальної роботи, коли система постійно моніторить приміщення на предмет порушень заборони на паління та відправляє сповіщення у разі виявлення, режим тестування для перевірки

правильності роботи всіх компонентів та функцій системи, а також режим налаштування, який дозволяє адміністраторам конфігурувати параметри системи та переглядати зібрані дані. Додатково, система може мати режим енергозбереження, коли деякі функції або пристрої призначені для вимкнення або зменшення споживання енергії у періоди малоактивності, що допомагає продовжити термін служби батарей або знизити витрати електроенергії.

#### 3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Перспективи розвитку та модернізації системи включають вдосконалення давачів для точнішого виявлення сигаретного диму, покращення роботи засобів реагування на порушення, а також інтеграцію з системами "розумних будинків" для автоматичного керування системою з використанням голосових команд або мобільних додатків. Крім того, можливими є розширення функціональності системи шляхом додавання нових функцій, таких як відеоспостереження для ідентифікації порушників, аналізатор якості повітря для виявлення інших шкідливих речовин та підтримка інтерактивного зворотного зв'язку з користувачами шляхом використання веб-інтерфейсу для кращого контролю та управління системою в реальному часі.

#### 3.1.5 Вимоги до надійності системи

Вимоги до надійності системи полягають у забезпеченні безперебійної та стабільної роботи у будь-яких умовах експлуатації. Система повинна мати високу чутливість та точність давачів для надійного виявлення порушень заборони паління, а також ефективні механізми виявлення та усунення несправностей.

Показники надійності системи контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,6 %.

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

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- виявлення наявності диму від цигарок в приміщенні;
- відправлення сповіщень адміністраторам або відповідальним особам про виявлені порушення;
- запис та збереження інформації про час та місце виявлених порушень;
- інтеграція з системою відеоспостереження для отримання візуального підтвердження порушень;
- підтримка віддаленого керування та моніторингу через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

### 3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- використання потужних та енергоефективних мікроконтролерів з великою кількістю вбудованих периферійних пристроїв для забезпечення високої продуктивності та можливості підключення до бездротових мереж;
- використання надійних та чутливих давачів диму та інших параметрів повітря для точного виявлення порушень;
- інтеграція Wi-Fi або Bluetooth модулів для бездротового зв'язку з іншими пристроями та мережами;
- використання активних компонентів, таких як динаміки, для відтворення аудіосигналів сповіщення про порушення.

## 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу;

1. функціональна схема системи;
2. структурна схема керуючого пристрою;
3. схема електрична принципова;
4. блок схема алгоритму роботи програми.

\*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

## 5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 6000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

\*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

## 6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	24.04.2024 – 27.04.2024
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	28.04.2024 – 01.05.2024
3	Розробка структурної та функціональної схеми	02.05.2024 – 06.05.2024
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	07.05.2024 – 17.05.2024
5	Розробка програмного забезпечення для проектованої системи	18.05.2024 – 01.06.2024
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	02.06.2024 – 04.06.2024
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	05.06.2024 – 10.06.2024
8	Оформлення графічної частини	11.06.2024 – 13.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	24.06.2024

## 7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

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

Додаток Б  
Перелік елементів



Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Світлодіоди</u>		
D1	FYL5014 URC1H-002-TL 6-8cd	1	
	<u>Резистори</u>		
R1	0805-0,125-220 Ом±5%	1	
	<u>Давачі</u>		
U1	MQ-2 Smoke sensor	1	
U3	YG1006 Flame sensor	1	
	<u>Модулі</u>		
U2	ESP32-CAM module	1	
	<u>Роз'єми</u>		
X1	Роз'єм живлення DC005	1	

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЕ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Полюх А.В.			<b>Модуль контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях Перелік елементів</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевірів		Паламар А.М.					72	1
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

## Додаток В

### Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера для реалізації контролю за дотриманням заборони паління у приміщеннях.

```
#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESP32CAM.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>

// Параметри WiFi
const char* ssid = "SSID";
const char* password = "PASSWORD";

// Параметри Telegram Bot
#define BOT_TOKEN "YOUR_BOT_TOKEN"
#define CHAT_ID "YOUR_CHAT_ID"

WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);

// Піни датчиків та сигналізації
const int mq2Pin = 0; // Пін для давача диму MQ-2
const int flamePin = 12; // Пін для давача полум'я
const int ledPin = 14; // Пін для світлодіода
const int buzzerPin = 2; // Пін для п'єзодинаміка

// Пороги спрацювання датчиків
const int smokeThreshold = 300; // Поріг для давача диму
const int flameThreshold = 500; // Поріг для давача полум'я

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    // Налаштування піни як входи/виходи
    pinMode(mq2Pin, INPUT);
    pinMode(flamePin, INPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
}
```

```

// Підключення до WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
}
Serial.println("Connected to WiFi");

// Налаштування клієнта для роботи з Telegram
client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
}

void loop() {
    int smokeLevel = analogRead(mq2Pin);
    int flameLevel = analogRead(flamePin);

    if (smokeLevel > smokeThreshold || flameLevel > flameThreshold) {
        // Вмикаємо світлодіод та п'єзодинамік
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
        digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(ledPin, LOW);
        digitalWrite(buzzerPin, LOW);
        delay(500);

        // Вмикаємо камеру та робимо фото
        camera_config_t config;
        config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
        config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
        config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
        config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
        config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
        config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
        config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
        config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
        config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
        config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
        config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
        config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
        config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
        config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
        config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
        config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
        config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
        config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
    }
}

```

```

config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
config.jpeg_quality = 12;
config.fb_count = 1;

if (esp_camera_init(&config) != ESP_OK) {
    Serial.println("Camera init failed");
    return;
}

camera_fb_t* fb = esp_camera_fb_get();
if (!fb) {
    Serial.println("Camera capture failed");
    return;
}

// Відправка фото до Telegram
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.println("Connected to WiFi, sending photo...");
    bot.sendPhotoByBinary(CHAT_ID, "image/jpeg", fb->buf, fb->len,
false);
}

esp_camera_fb_return(fb);
}
}

```