

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості
відвідувачів на основі IoT технологій

Виконав: студент 4 курсу, групи СІс-41
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Шмігель А.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Шимчук Г.В.

(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)

«27» січня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Шмігелю Артуру Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій

Керівник роботи Осухівська Галина Михайлівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» січня 2025 року № 4/7-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18.06.2025 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. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Блок-схема алгоритму роботи

4. Результати моделювання

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>27.01 – 02.02</i>	<i>Викон.</i>
2.	<i>Аналіз технічного завдання, вимог до комп'ютерної системи, та можливих рішень поставленого завдання</i>	<i>03.02 – 10.02</i>	<i>Викон.</i>
3.	<i>Розроблення структури, вибір апаратного забезпечення, проектування комп'ютеризованої системи</i>	<i>11.02 – 28.02</i>	<i>Викон.</i>
4.	<i>Реалізація алгоритму, написання програмного забезпечення, моделювання комп'ютеризованої системи</i>	<i>01.03 – 01.05</i>	<i>Викон.</i>
5.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>02.05 – 11.05</i>	<i>Викон.</i>
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу</i>	<i>12.05 – 08.06</i>	<i>Викон.</i>
7.	<i>Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами</i>	<i>09.06 – 15.06</i>	<i>Викон.</i>
8.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>16.06 – 22.06</i>	<i>Викон.</i>
9.	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>25.06.2025</i>	

Студент

(підпис)

Шмігель А.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шмігель А.П. Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій: робота на здобуття освітнього рівня бакалавра: спец. 123 — комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2025.

Ключові слова: комп'ютеризована система, віддалений контроль, кількість відвідувачів, IoT технології, мікроконтролер, датчики, хмарна платформа.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютерної системи для віддаленого контролю кількості відвідувачів закладів на основі IoT технологій. У роботі проаналізовано технічне завдання та сформульовано основні вимоги до розроблюваної системи. Проведено огляд існуючих аналогів систем обліку відвідувачів, що дозволило визначити оптимальні підходи до реалізації апаратного та програмного забезпечення.

Розроблено апаратну частину системи, яка включає мікроконтролерні пристрої з датчиками для збору даних про кількість відвідувачів. Обґрунтовано вибір елементної бази, зокрема датчиків, мікроконтролера та засобів бездротового зв'язку.

У роботі розроблено алгоритми роботи системи, а також створено програмне забезпечення для збору, передавання, зберігання та візуалізації даних на хмарній IoT платформі. Виконано тестування створеної системи, яке підтвердило відповідність її функціональності поставленим вимогам.

ANNOTATION

Shmihel A.P. Computerized system for remote monitoring of visitor count based on IoT technologies. Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — Computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2025.

Keywords: computerized system, remote control, number of visitors, IoT technologies, microcontroller, sensors, cloud platform.

The qualification work is devoted to the development of a computer system for remote control of the number of visitors to institutions based on IoT technologies. The paper analyzes the terms of reference and formulates the main requirements for the system under development. A review of existing analogues of visitor accounting systems was carried out, which made it possible to determine the optimal approaches to the implementation of hardware and software.

The hardware part of the system is developed, which includes microcontroller devices with sensors for collecting data on the number of visitors. The choice of the element base, including sensors, microcontroller, and wireless communication means, is substantiated.

The paper develops algorithms for the system, as well as software for collecting, transmitting, storing, and visualizing data on a cloud-based IoT platform. The created system was tested, which confirmed that its functionality meets the requirements.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Огляд сфер застосування комп'ютеризованої системи віддаленого контролю кількості відвідувачів.....	10
1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи віддаленого контролю кількості відвідувачів.....	11
1.3 Огляд існуючих засобів для контролю кількості відвідувачів.....	12
1.3.1 Лічильник відвідувачів ТК-03	14
1.3.2 Система обліку відвідувачів «CountLUX»	15
1.3.3 Система підрахунку відвідувачів ViziCounter Pro	17
1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання.....	19
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	22
2.1 Структура системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій.....	22
2.2 Розробка апаратного забезпечення системи віддаленого контролю кількості відвідувачів.....	24
2.2.1 Модуль NodeMCU.....	24
2.2.2 Давач перешкоди YL-63	26
2.2.3 OLED-дисплей.....	28
2.2.4 Модуль реле	30
2.3 Електрична принципова схема пристрою для віддаленого контролю кількості відвідувачів.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	35
3.1 Розробка алгоритму роботи системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій.....	35

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Шмігель А.П.			Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів		Осухівська Г.М.							5	
Рецензент		Шимчук Г.В.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцук Н.С.								
Зав. каф.		Осухівська Г.М.								

3.2 Розробка програмного забезпечення.....	37
3.3 Реалізація обміну даними з платформою Blynk.....	44
3.3.1 Платформа Blynk.....	44
3.3.2 Налаштування IoT платформи Blynk	46
3.4 Результати моделювання та тестування системи	48
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	52
4.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.....	52
4.2 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці	54
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
Додаток А Технічне завдання	
Додаток Б Перелік елементів	
Додаток В Лістинг програми	

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

HTTP — HyperText Transfer Protocol

I2C — Inter-Integrated Circuit

IoT — Internet of Things

MQTT — Message Queuing Telemetry Transport

OLED — Organic Light Emitting Diode

ВК – віддалений контроль

КВ – кількість відвідувачів

ЦНС – центральна нервова система

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасні заклади, такі як торговельні центри, офісні будівлі, музеї та спортивні комплекси, потребують автоматизованих рішень для моніторингу потоків відвідувачів. Традиційні методи обліку, засновані на ручному підрахунку або використанні примітивних механічних пристроїв, не забезпечують необхідної точності, масштабованості та інтеграції в цифрові системи. У зв'язку з розвитком IoT технологій, з'являються нові можливості створення комп'ютерних систем для моніторингу відвідувачів у режимі реального часу.

Актуальність розробки комп'ютеризованої системи для віддаленого контролю кількості відвідувачів обумовлена необхідністю підвищення ефективності управління закладами, оптимізації їхньої роботи та забезпечення аналітичної підтримки для прийняття рішень. Крім того, така система дозволяє вирішувати питання безпеки, наприклад, у разі необхідності дотримання лімітів відвідувачів під час надзвичайних ситуацій або пандемій.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи для віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій, яка забезпечує збір, передавання, зберігання, візуалізацію та аналіз даних у реальному часі.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- проаналізувати технічне завдання і сформулювати вимоги до розроблюваної системи;
- провести огляд існуючих аналогів та визначити їхні переваги й недоліки;
- розробити апаратну частину системи, обґрунтувавши вибір елементної бази, зокрема мікроконтролера та датчиків;
- розробити алгоритми функціонування системи для забезпечення точного обліку кількості відвідувачів;
- створити програмне забезпечення для збору, передавання, зберігання та візуалізації даних на хмарній IoT платформі;

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— виконати моделювання та тестування розробленої системи та оцінити її відповідність поставленим вимогам.

Результати роботи можуть бути використані для автоматизації процесів обліку відвідувачів у громадських закладах, торгових центрах або інших приміщеннях, що потребують моніторингу потоків людей.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд сфер застосування комп'ютеризованої системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

Системи для автоматизованого підрахунку відвідувачів використовуються в різних сферах, оскільки вони дозволяють здійснювати моніторинг потоків людей у реальному часі, покращуючи управління ресурсами та підвищуючи ефективність роботи установ. Аналіз сфер застосування таких систем дає змогу визначити основні галузі, де впровадження подібних рішень є найбільш доцільним.

Однією з ключових сфер використання є торговельні та розважальні заклади. Супермаркети, торгові центри, кінотеатри та музеї використовують системи підрахунку відвідувачів для оцінки ефективності роботи, планування маркетингових кампаній та управління персоналом. Визначаючи години пікового навантаження, адміністрація може оптимізувати розклад роботи касирів, допоміжного персоналу та охорони.

Громадський транспорт і транспортні вузли також активно впроваджують системи моніторингу пасажиропотоку. Аеропорти, залізничні вокзали та станції метро використовують автоматичні лічильники для аналізу кількості пасажирів, що дозволяє регулювати розклад руху транспорту, забезпечувати безпеку та ефективніше використовувати інфраструктуру.

У екосистемі розумного міста (Smart City) такі системи є важливим інструментом для моніторингу людських потоків у громадських місцях, зокрема на площах, у парках, бібліотеках та адміністративних установах. Зібрані дані можуть використовуватися для прийняття рішень щодо покращення інфраструктури міста, керування дорожнім рухом та планування заходів із забезпечення безпеки.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Шмігель А.П.			Аналіз технічного завдання	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевірив		Осуківська Г.М.							
Рецензент		Шимчук Г.В.					10	12	
Н. Контр.		Луцик Н.С.				ТНТУ, каф. КС, гр. Іс-41			
Зав. каф.		Осуківська Г.М.							

Освітні заклади та офісні будівлі також застосовують системи підрахунку відвідувачів для контролю доступу, планування використання приміщень та енергозбереження. Автоматизоване визначення кількості людей у класах або конференц-залах допомагає оптимізувати розклад занять та використання ресурсів.

У сфері безпеки такі системи дозволяють відстежувати кількість осіб у приміщеннях, запобігати перевищенню допустимої місткості та вчасно реагувати на надзвичайні ситуації. Вони є незамінними для стадіонів, виставкових центрів, концертних майданчиків та місць масового скупчення людей.

Загалом, автоматизовані системи контролю відвідувачів мають широкий спектр застосування, забезпечуючи зручність, безпеку та ефективне управління потоками людей. Їх впровадження сприяє підвищенню рівня обслуговування, оптимізації робочих процесів та покращенню аналізу поведінки відвідувачів.

1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

Розробка комп'ютеризованої системи для віддаленого контролю (БК) кількості відвідувачів закладів на основі IoT технологій вимагає чіткого визначення вимог, які забезпечать її ефективність, точність та зручність у використанні. Вимоги до такої системи можна умовно поділити на функціональні, технічні, експлуатаційні та вимоги до безпеки.

Функціональні вимоги передбачають, що система повинна забезпечувати точний облік кількості осіб, які проходять через контрольований прохід, незалежно від напрямку їх руху. Система має забезпечувати збір даних у реальному часі, їх передавання на хмарну платформу через WiFi-з'єднання, зберігання отриманих даних у базі даних, а також їхню візуалізацію у вигляді графіків, таблиць або інших інтерфейсів користувача. Крім того, передбачається можливість аналізу та прогнозування потоків відвідувачів на основі зібраних даних.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні вимоги охоплюють вибір апаратної частини системи. Зокрема, необхідно використовувати компактні, енергоефективні мікроконтролерні пристрої для обробки даних від датчиків. Вони повинні забезпечувати високу точність визначення наявності та напрямку руху відвідувачів. Для бездротового зв'язку необхідний модуль WiFi, який забезпечить стабільне передавання даних навіть за умов слабого сигналу.

Експлуатаційні вимоги включають надійність та тривалу безперебійну роботу системи. Система повинна працювати в умовах різних температурних режимів та вологості, що є важливим для встановлення у громадських місцях. Вимоги до інтеграції передбачають легкість встановлення системи та її сумісність із хмарними IoT платформами.

Вимоги до безпеки є важливим аспектом, оскільки система працює з передаванням даних через бездротові мережі. Необхідно забезпечити шифрування переданих даних та захист від несанкціонованого доступу, щоб уникнути компрометації інформації.

Загалом, аналіз вимог до системи дозволяє визначити основні напрямки її реалізації: розробка апаратної частини, яка забезпечує точний збір даних; створення ПЗ, що забезпечить обробку, передачу, зберігання та візуалізацію даних; тестування для підтвердження відповідності функціональності встановленим вимогам. Відповідність зазначеним вимогам є ключовим для успішного впровадження системи в реальних умовах.

1.3 Огляд існуючих засобів для контролю кількості відвідувачів

На ринку представлено широкий спектр рішень для контролю кількості відвідувачів, які варіюються за принципом роботи, точністю та складністю реалізації. Огляд цих рішень дозволяє виділити їхні недоліки та визначити напрямки для вдосконалення в рамках цієї роботи.

Системи, засновані на інфрачервоних датчиках, широко використовуються завдяки своїй простоті та доступній вартості. Їхня робота базується на фіксації

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інфрачервоного випромінювання, що змінюється під час проходження людини. Такі пристрої часто застосовуються в магазинах або офісних будівлях. Основним недоліком цих рішень є чутливість до зовнішніх джерел інфрачервоного випромінювання, таких як сонячне світло або теплові прилади, що може призводити до зниження точності. Також інфрачервоні давачі зазвичай не здатні визначати напрямок руху, що ускладнює облік одночасного входу та виходу.

Системи на основі ультразвукових давачів використовуються для вимірювання відстані до об'єкта і можуть визначати кількість відвідувачів (КВ), які проходять через контрольовану зону. Їх перевагами є висока точність навіть у складних умовах освітлення. Проте вони мають обмеження у великих приміщеннях із високим рівнем шуму, який може впливати на точність вимірювань. Також ультразвукові давачі менш ефективні у випадках, коли об'єкти рухаються на різних висотах, наприклад, дорослі та діти.

Системи з використанням відеокамер та алгоритмів комп'ютерного зору є одними з найсучасніших рішень. Вони забезпечують високу точність і дозволяють аналізувати не лише кількість, але й напрямок руху, швидкість потоків, демографічні характеристики відвідувачів тощо. Проте ці системи мають кілька недоліків: висока вартість устаткування та програмного забезпечення, складність налаштування, велике споживання ресурсів для обробки даних, а також залежність від якості освітлення в зоні моніторингу. Крім того, ці системи часто викликають питання щодо конфіденційності та захисту особистих даних.

Пристрої, які працюють на основі лазерного випромінювання, забезпечують високу точність контролю за рахунок створення невидимих променів, які перериваються під час руху. Такі системи активно використовуються в турнікетах і на входах до обмежених зон. Основним недоліком є висока вартість лазерних пристроїв та їхня чутливість до сторонніх об'єктів, таких як сумки чи багаж, що може викликати помилкові спрацювання.

Існують сучасні рішення, які інтегрують різні типи давачів із хмарними IoT платформами. Ці системи дозволяють зберігати дані, візуалізувати їх у реальному часі та прогнозувати потоки відвідувачів. Проте вони часто є дорогими через

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідність використання багатофункціонального обладнання та складних програмних рішень. Крім того, багато з таких систем є закритими, що ускладнює їх адаптацію до специфічних потреб користувача. Розглянемо декілька аналогів проєктованої системи.

1.3.1 Лічильник відвідувачів ТК-03

Серед існуючих технічних рішень, які можуть бути використані як аналоги для майбутньої системи автоматичного підрахунку відвідувачів, заслуговує на увагу електронний лічильник ТК-03, представлений на ринку компанією SecurityLab [1]. Цей пристрій призначений для обліку вхідного трафіку у магазинах, салонах, аптеках та інших об'єктах, де важливо знати кількість осіб, що відвідують приміщення (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Електронний лічильник ТК-03

ТК-03 складається з двох автономних оптичних модулів, що встановлюються навпроти одне одного в зоні проходу. Вони створюють інфрачервоний промінь, переривання якого фіксується як прохід. Система має вбудований РК-дисплей, на якому виводиться кількість зареєстрованих

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

відвідувачів. Керування відбувається за допомогою кнопок на корпусі пристрою, передбачена функція скидання лічильника. Також ТК-03 може працювати автономно від батарей живлення протягом тривалого часу, що робить його зручним для встановлення у місцях, де немає підключення до електромережі.

До переваг ТК-03 можна віднести простоту встановлення, автономність роботи та відсутність потреби у налаштуванні складного програмного забезпечення. Це рішення є бюджетним і орієнтованим на широке коло користувачів, які не мають спеціальних технічних знань.

Проте, у порівнянні з функціональністю майбутньої проєктованої системи, ТК-03 має низку суттєвих обмежень. Зокрема, він не розрізняє напрямки руху (вхід чи вихід), а лише рахує загальну кількість проходів, що не дозволяє визначити точну кількість осіб, які перебувають усередині приміщення. Крім того, ТК-03 не має можливості віддаленого моніторингу, не підтримує підключення до Wi-Fi чи хмарних сервісів, не передбачає передачі даних на мобільні додатки або інтернет-платформи. Візуалізація даних обмежена лише вбудованим дисплеєм, а можливості інтеграції з іншими пристроями (наприклад, керування освітленням) відсутні.

Результати аналізу характеристик ТК-03 дозволили зробити висновки щодо впровадження певного функціоналу до майбутньої розробки. Зокрема, доцільним є забезпечення двонаправленого підрахунку (окремо вхід і вихід), підтримки віддаленого доступу до даних через мобільний застосунок, виведення інформації на OLED-дисплей та інтеграції з виконавчими пристроями для керування умовами в приміщенні. Такі вимоги формують основу для створення більш гнучкої, інформативної та інтерактивної IoT-системи підрахунку відвідувачів.

1.3.2 Система обліку відвідувачів «CountLUX»

Ще одним поширеним аналогом, який доцільно розглянути на етапі формування вимог до майбутньої системи підрахунку відвідувачів, є система обліку відвідувачів «CountLUX», розроблена компанією ТХО [2]. Ця система орієнтована на комерційне застосування у закритих приміщеннях, таких як

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

магазини, виставкові зали, музеї тощо, де необхідно визначати кількість осіб, які перебувають усередині приміщення, або аналізувати потоки вхід/вихід (рис. 1.2).

Особливістю «CountLUX» є використання інфрачервоних променів для виявлення факту проходження людини в одну або іншу сторону. Вона складається з двох оптичних модулів (передавача та приймача), які встановлюються один навпроти одного у дверному отворі. У випадку порушення послідовності променів система здатна розпізнати напрямок руху – вхід чи вихід. Отримана інформація обробляється мікроконтролером, який формує звіт про кількість вхідних та вихідних відвідувачів. Вона також підтримує можливість передачі зібраних даних через інтерфейси RS-232 або Ethernet.



Рисунок 1.2 – Система обліку відвідувачів «CountLUX»

До переваг системи «CountLUX» можна віднести простоту інтеграції в існуючі об'єкти, наявність промислової підтримки та високу надійність роботи у стандартних умовах. Крім того, система не потребує постійного обслуговування та має хорошу точність при фіксації одиничного потоку відвідувачів.

Разом із тим, порівняно з функціональністю майбутньої проектованої системи, рішення «CountLUX» має низку недоліків. По-перше, воно не передбачає

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

віддаленого моніторингу у хмарному середовищі або в мобільному застосунку, що знижує гнучкість у використанні даних у реальному часі. По-друге, інтерфейс взаємодії з користувачем обмежений індустріальними протоколами і не включає популярні IoT-платформи. По-третє, система не оснащена жодними візуальними засобами зворотного зв'язку, як-от OLED-дисплей або керування освітленням приміщення на основі наявності відвідувачів, що планується реалізувати в межах майбутньої розробки.

Отже, аналіз функціональних можливостей системи «CountLUX» дозволяє сформулювати основні вимоги до нової проєктованої системи. Зокрема, вона має забезпечувати не лише локальний підрахунок відвідувачів, а й передачу даних на платформу моніторингу через Wi-Fi, інтеграцію з мобільним застосунком, використання OLED-дисплею для візуалізації, а також автоматичне керування освітленням. Таке розширення функціоналу дозволить суттєво підвищити рівень зручності, інформативності та автономності системи.

1.3.3 Система підрахунку відвідувачів ViziCounter Pro

Одним із найбільш функціональних аналогів, які варто врахувати при формуванні вимог до проєктованої системи підрахунку відвідувачів, є система обліку відвідувачів ViziCounter Pro, розроблена компанією DigSee [3]. Ця система позиціонується як професійне рішення для ритейлу, торговельних центрів, музеїв, банків та інших об'єктів, де важливо не лише рахувати кількість людей, а й аналізувати трафік у динаміці (рис. 1.3).

Основною особливістю ViziCounter Pro є використання відеоаналітики та штучного інтелекту для визначення напрямку руху осіб, ідентифікації груп та фільтрації нецільових об'єктів (наприклад, дітей, тіней, візків). У системі використовуються спеціалізовані IP-камери та серверне ПЗ, яке здійснює обробку відеопотоку в реальному часі. Дані передаються на центральний сервер, де вони зберігаються, аналізуються та виводяться у вигляді звітів, графіків і теплових карт.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Система підрахунку відвідувачів ViziCounter Pro

До переваг ViziCounter Pro слід віднести високу точність підрахунку, навіть за інтенсивного трафіку, можливість ведення статистики у розрізі годин, днів та тижнів, наявність зручної системи аналітики та експорту даних, а також інтеграцію з POS-системами для аналізу конверсії. Доступ до даних може здійснюватися через веб-інтерфейс або мобільний застосунок, що дозволяє віддалено контролювати ситуацію у будь-який момент.

Втім, разом із перевагами, система має і певні недоліки, особливо в контексті її використання у малих приміщеннях або умовах обмеженого бюджету. По-перше, ViziCounter Pro є досить дорогим рішенням, що включає вартість камер, серверного обладнання та програмного забезпечення. По-друге, встановлення та налаштування системи потребують участі спеціалістів, а також постійного доступу до інтернету та електроживлення. По-третє, робота системи залежить від якості відеозйомки та освітлення, що може знижувати точність у складних умовах.

У контексті проєктування нової системи підрахунку відвідувачів, аналіз можливостей ViziCounter Pro дозволяє сформулювати вимоги щодо бажаної точності визначення напрямку руху, підтримки статистики в реальному часі, виводу

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

графічної інформації та наявності віддаленого доступу. Водночас доцільно зберегти компактність і енергоефективність системи, передбачити роботу в автономному режимі та зробити її доступною для широкого кола користувачів, без необхідності складного встановлення та додаткового серверного забезпечення. Таким чином, на основі аналізу функціонально потужного, але дороговартісного рішення ViziCounter Pro, можливо сформулювати баланс між функціональністю та простотою реалізації майбутньої IoT-системи.

Аналіз існуючих рішень показує, що основні недоліки наявних засобів включають високу вартість, складність у налаштуванні, обмеження у точності в умовах зовнішніх впливів та недостатню адаптивність до специфічних потреб. Ці недоліки обґрунтовують необхідність створення доступної, надійної та функціональної системи на основі IoT технологій, яка б поєднувала переваги існуючих рішень і мінімізувала їхні недоліки.

1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Розробка комп'ютерної системи для ВК кількості відвідувачів на основі IoT технологій передбачає вибір оптимального підходу до реалізації як апаратної, так і програмної частини. Аналіз можливих рішень дозволяє оцінити їх переваги та недоліки, визначивши найбільш ефективний варіант для реалізації поставленого завдання.

Необхідно розглянути сучасні підходи до реалізації систем автоматизованого підрахунку відвідувачів із використанням доступних апаратних та ПЗ. Враховуючи вимоги до майбутньої системи, зокрема двонапрямлений облік, передавання даних у хмару, виведення інформації на екран та підтримку мобільного застосунку, доцільним є використання технологій Інтернету речей (IoT) у поєднанні з мікроконтролерною платформою та бездротовими засобами зв'язку.

Для визначення кількості відвідувачів можна використовувати різні типи сенсорів. Інфрачервоні давачі є доступними та простими у використанні, однак

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть давати похибки через зовнішні джерела тепла або світла. Ультразвукові давачі забезпечують точне визначення руху в заданій зоні, але можуть бути чутливими до шуму і мати обмежену ефективність у випадку високого трафіку. Відеоаналітичні системи дозволяють розпізнавати людей та навіть визначати напрямки їхнього руху, але вимагають потужного обчислювального ресурсу для обробки зображень та можуть створювати проблеми з конфіденційністю. Лазерні давачі забезпечують високу точність, але є дорогими, а також можуть давати похибки при наявності сторонніх об'єктів. З огляду на зазначені фактори, найбільш раціональним варіантом для цієї роботи є використання інфрачервоних давачів у поєднанні з алгоритмами обробки даних, що дозволяють мінімізувати похибки.

Для виведення інформації безпосередньо на місці встановлення системи пропонується використати OLED-дисплей, підключений до мікроконтролера. Це дозволяє оперативно переглядати поточну КВ, вхід та вихід, навіть без підключення до смартфона.

Враховуючи сучасні вимоги до зберігання та обробки даних у реальному часі, система повинна використовувати бездротову передачу інформації до хмарного сховища. Основні варіанти передачі даних. Wi-Fi – забезпечує швидку передачу даних, однак залежить від доступності мережі. Bluetooth – підходить для локального обміну даними, але не є ефективним для віддаленого моніторингу. LoRaWAN або NB-IoT – дозволяють надсилати дані на великі відстані, але потребують додаткової інфраструктури. Wi-Fi є оптимальним варіантом для цієї системи, оскільки він дозволяє швидко інтегрувати пристрій у мережу без значних витрат.

У якості апаратної платформи доцільно використати мікроконтролер NodeMCU на базі ESP8266, який має вбудований Wi-Fi-модуль, достатній об'єм пам'яті та підтримку популярних середовищ розробки, зокрема Arduino IDE. Цей контролер дозволяє реалізувати збір даних з давачів, логіку обробки, виведення інформації на дисплей та надсилання даних до хмарного сервісу або мобільного застосунку. У якості інтерфейсу для користувача зручно застосувати платформу

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вlynk, що забезпечує швидке створення мобільного інтерфейсу для моніторингу показників у режимі реального часу.

Отже, з урахуванням вимог до системи, її варто реалізувати на базі ESP8266 з інфрачервоними датчиками, дисплеєм та підтримкою підключення до хмарного сервісу. Такий підхід забезпечує баланс між вартістю, функціональністю, простотою реалізації та можливістю подальшого розширення функцій. Проведений аналіз дозволив визначити оптимальні технічні рішення, які будуть реалізовані в рамках проєктування комп'ютеризованої системи підрахунку відвідувачів.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Структура системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій

Розробка комп'ютеризованої системи для віддаленого контролю кількості відвідувачів передбачає побудову структурної схеми, що відображає взаємодію основних компонентів. На рисунку 2.1 зображена структурна схема проєктованої системи.

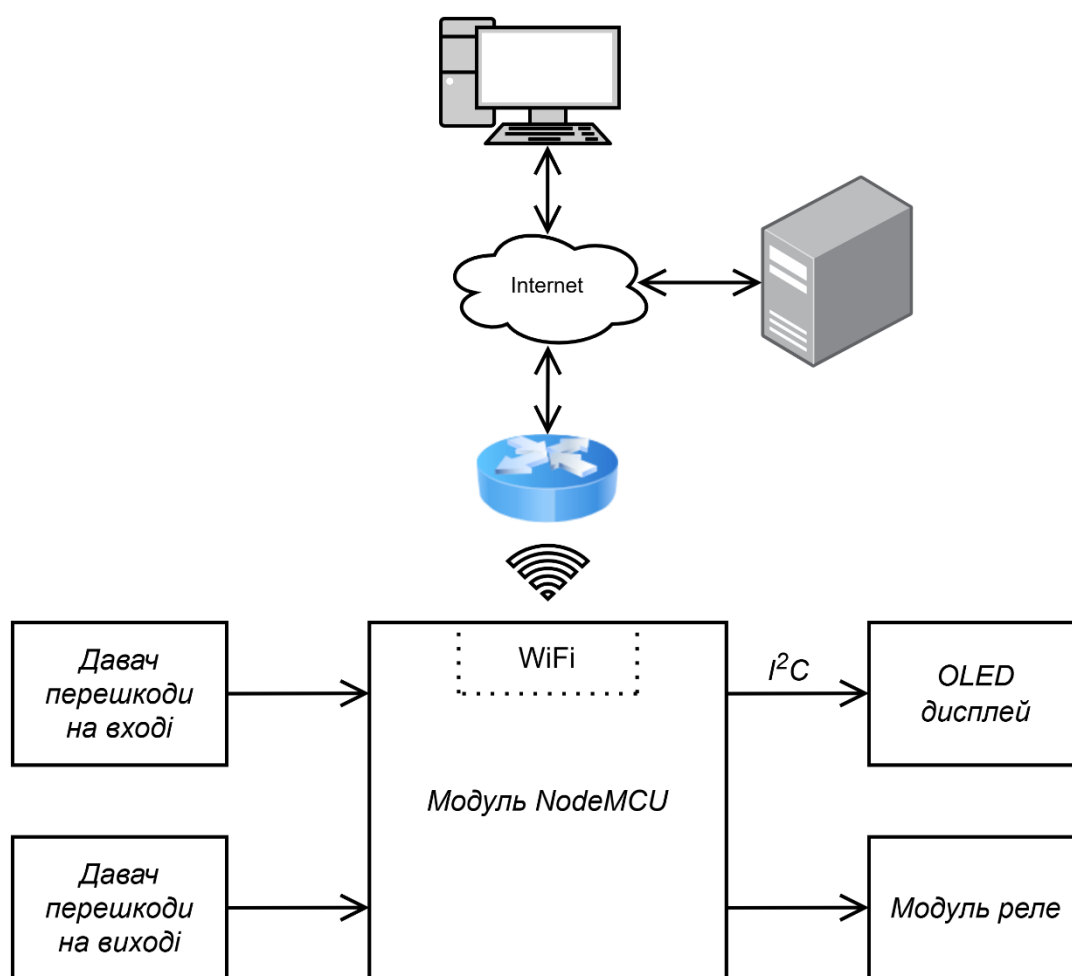


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектна частина		
Розробив	Шмігель А.П.						
Перевірів	Осуківська Г.М.						
Рецензент	Шимчук Г.В.						
Н. Контр.	Луцик Н.С.						
Зав. каф.	Осуківська Г.М.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						22	13

Структура системи повинна забезпечувати точний збір, передачу, зберігання, аналіз та візуалізацію даних у реальному часі. Принцип роботи системи полягає у наступному: давачі, встановлені на вході та виході приміщення, реєструють проходження відвідувачів та передають відповідні сигнали на мікроконтролер. На основі цих даних контролер визначає кількість осіб, що увійшли або вийшли, та надсилає інформацію на IoT платформу через Wi-Fi. Далі дані обробляються на сервері, відображаються у вигляді графіків та можуть використовуватися для подальшого аналізу, включаючи прогнозування потоків відвідувачів.

Центральним елементом системи є мікроконтролерний пристрій, що виконує збір даних з давачів, їхню обробку та передачу на сервер. В якості основного обчислювального модуля може використовуватися мікроконтролер ESP8266, що має вбудований Wi-Fi модуль.

Давачі для підрахунку відвідувачів – це інфрачервоні сенсори, що фіксують перетин контрольної зони відвідувачами. Вони передають сигнали до мікроконтролера, який аналізує вхідні дані та визначає кількість людей.

Wi-Fi модуль – використовується для бездротової передачі зібраних даних на віддалений сервер або хмарну IoT платформу. У разі використання ESP8266 або ESP32 цей модуль є інтегрованим в мікроконтролер.

Хмарна IoT платформа використовується для зберігання, аналізу та візуалізації даних. Вона дозволяє отримувати дані з пристрою через MQTT або HTTP-протокол та в реальному часі відображати їх на інформаційній панелі.

Користувацький інтерфейс у вигляді веб-додатку надає доступ до даних про кількість відвідувачів у вигляді таблиць, графіків та статистичних звітів.

Запропонована структура забезпечує ефективний моніторинг кількості відвідувачів у реальному часі, доступ до інформації через інтернет, можливість збереження історичних даних, а також гнучкість у розширенні функціональності системи.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розробка апаратного забезпечення системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

2.2.1 Модуль NodeMCU

Wi-Fi модуль NodeMCU на основі мікроконтролера ESP8266 є одним із найпоширеніших і найзручніших рішень для створення пристроїв Інтернету речей [4]. Він поєднує в собі компактність, функціональність, низьке енергоспоживання та простоту інтеграції з іншими компонентами (рис. 2.2). Завдяки своїм характеристикам цей модуль ідеально підходить для побудови системи ВК кількості відвідувачів, оскільки дозволяє в реальному часі передавати зібрані дані через бездротову мережу.



Рисунок 2.2 – Модуль NodeMCU

NodeMCU побудований на базі мікросхеми ESP8266, яка включає в себе повноцінний 32-бітний мікроконтролер з архітектурою RISC, вбудований Wi-Fi-модуль, цифрові та аналогові виводи, а також флеш-пам'ять для зберігання прошивки. Плата також містить USB-інтерфейс для програмування, стабілізатор напруги, світлодіод для індикації роботи, і кілька контактних ліній (GPIO), що дозволяють підключати різноманітні датчики та виконавчі пристрої (рис. 2.3).

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

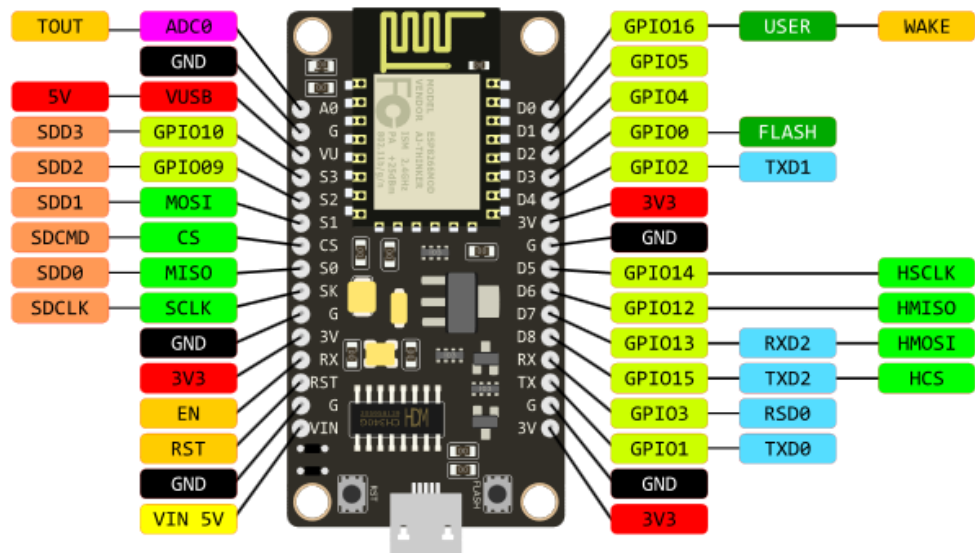


Рисунок 2.3 – Розміщення виводів NodeMCU

Принцип роботи модуля полягає у збиранні інформації з підключених датчиків, обробці цієї інформації на мікроконтролері та передаванні її через Wi-Fi до віддаленого сервера або в хмару. Завдяки вбудованим засобам підтримки TCP/IP, MQTT та HTTP-запитів, NodeMCU дозволяє швидко налаштувати зв'язок з вебінтерфейсом чи базою даних без необхідності додаткового мережевого обладнання. Основні характеристики модуля NodeMCU приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики NodeMCU

Характеристика	Значення
Мікроконтролер	ESP8266 (Tensilica L106, 32-bit, 80/160 MHz)
Оперативна пам'ять	64 КБ інструкцій, 96 КБ даних
Flash-пам'ять	4 МБ
Напруга живлення	5 В (через USB) або 3.3 В на пін VIN
GPIO-піни	11 цифрових, 1 аналоговий (A0)
Комунікаційні інтерфейси	UART, SPI, I2C, I2S
Wi-Fi	802.11 b/g/n, підтримка WPA/WPA2
Підключення до комп'ютера	через micro-USB
Робоча температура	від -40°C до +125°C

NodeMCU має низку переваг, які роблять його доцільним для використання в цьому проєкті:

- інтегрований Wi-Fi дозволяє зменшити габарити та енергоспоживання системи;
- простота програмування завдяки підтримці Arduino IDE;
- наявність великої спільноти з готовими бібліотеками та прикладами;
- низька вартість у порівнянні з аналогічними модулями;
- компактні розміри, що важливо при розміщенні в корпусі з обмеженим простором.

Використання NodeMCU ESP8266 у складі комп'ютеризованої системи віддаленого обліку відвідувачів дозволяє забезпечити стабільну роботу, швидку передачу даних, а також значно спростити розробку, завдяки вже наявним інструментам підтримки та документації.

2.2.2 Давач перешкоди YL-63

Давач перешкоди YL-63 є оптичним інфрачервоним (IR) модулем, призначеним для виявлення об'єктів або перешкод на невеликій відстані [5]. Він працює за принципом випромінювання інфрачервоного променя та виявлення відбитого сигналу. Це дозволяє використовувати його для визначення наявності об'єкта в зоні дії, наприклад, при перетині людиною прохідного отвору (рис. 2.4).

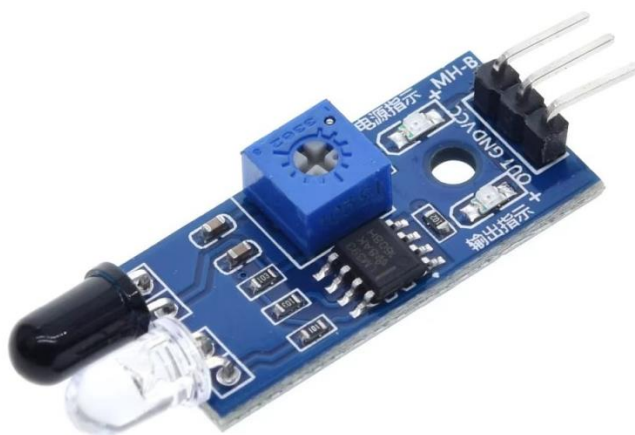


Рисунок 2.4 – Давач перешкоди YL-63

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Модуль складається з двох основних оптоелектронних компонентів: інфрачервоного світлодіода (випромінювача) та фотоприймача (фототранзистора або фотодіода). Коли об'єкт потрапляє в зону дії, випромінюване світло відбивається від поверхні об'єкта і повертається до приймача. Якщо сигнал достатньо сильний, модуль фіксує наявність перешкоди і формує відповідний цифровий вихід. Характеристики давача перешкоди YL-63 наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача YL-63

Характеристика	Значення
Напруга живлення	3.3 – 5 В
Споживаний струм	до 20 мА
Вихідний сигнал	Цифровий (0 або 1)
Тип сенсора	Інфрачервоний з відображенням
Дальність виявлення	до 10 см (регулюється)
Розміри	приблизно 32 мм × 14 мм × 8 мм
Світлодіодні індикатори	Живлення (Power), Спрацювання (Signal)
Налаштування чутливості	Плавне (потенціометром)

На платі також розміщено компаратор, що дозволяє регулювати поріг спрацювання за допомогою потенціометра. Крім того, модуль має індикаторні світлодіоди, які сигналізують про роботу живлення і наявність перешкоди.

Давач YL-63 було обрано для реалізації комп'ютеризованої системи контролю кількості відвідувачів з кількох причин. По-перше, він є простим у використанні, не вимагає складного калібрування та легко підключається до мікроконтролера за допомогою стандартного цифрового входу. По-друге, модуль забезпечує достатню точність для задач фіксації проходу людини, що є прийнятним для монтажу в обмежених просторах, таких як дверні отвори.

Регульована чутливість дозволяє адаптувати давач до умов навколишнього середовища — наприклад, до різного освітлення або кольору поверхні об'єкта. Низьке енергоспоживання робить його придатним для автономних систем, що

живляться від батарей. На рисунку 2.5 зображена електрична схема модуля давача перешкоди YL-63.

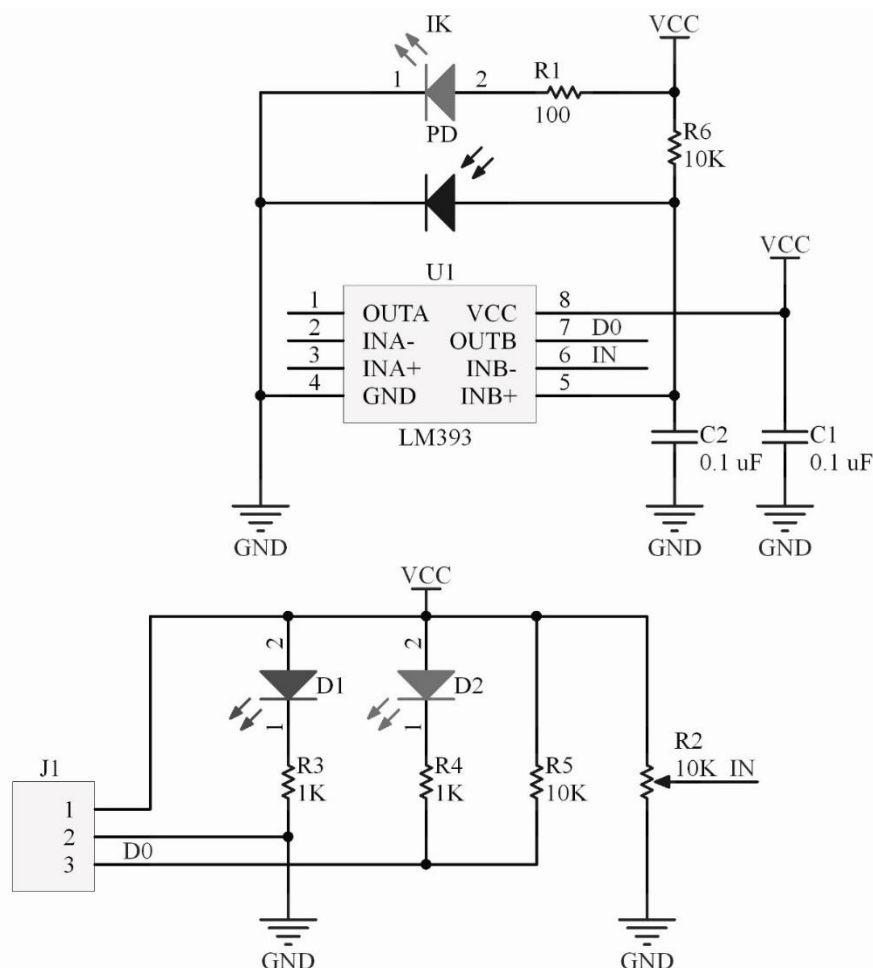


Рисунок 2.5 – Давач перешкоди YL-63

Завдяки доступності та низькій вартості, YL-63 ідеально підходить для прототипування і створення функціонального зразка системи, яку можна масштабувати у майбутньому, замінюючи або доповнюючи інші типи сенсорів при потребі підвищення точності або розширення функціональності.

2.2.3 OLED-дисплей

OLED-дисплей – це сучасний тип дисплеїв, який базується на органічних світлодіодах [6]. Основною відмінністю OLED від традиційних РК-дисплеїв є відсутність потреби в підсвічуванні: кожен піксель самостійно

випромінює світло при подачі електричного струму. Завдяки цьому дисплей має високу контрастність, насиченість кольорів, широкі кути огляду та низьке енергоспоживання при відображенні темного фону (рис. 2.6).

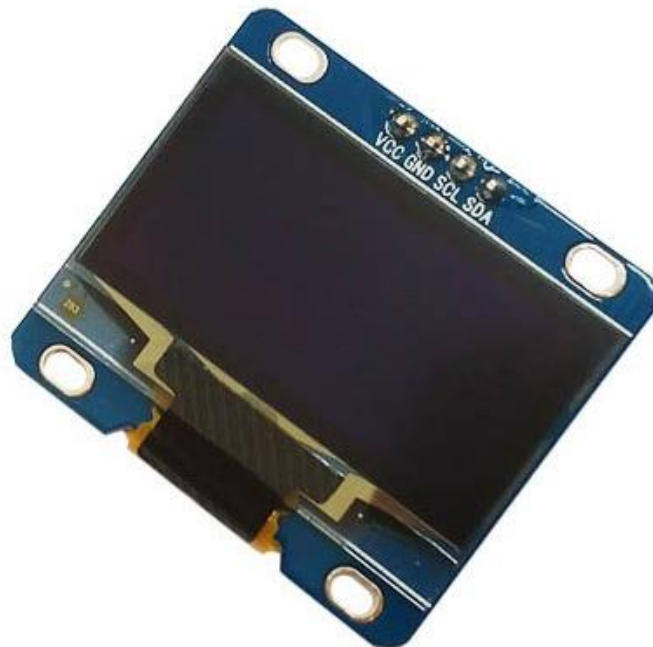


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд OLED-дисплея

Будова OLED-дисплея включає шар прозорого анода, органічні напівпровідникові шари та катод. Кожен піксель складається з трьох субпікселів — червоного, зеленого та синього (RGB), які можна керовано вмикати для відтворення певного кольору. У випадку з монохромними OLED-дисплеями (які часто використовуються в вбудованих системах) використовується лише один колір світіння, найчастіше білий, синій або жовтий.

OLED-дисплей, що підключаються до мікроконтролерів, має інтерфейс I²C, що дозволяє зменшити кількість з'єднань і спрощує інтеграцію з іншими компонентами системи. Один із найпопулярніших форматів для вбудованих рішень — це 0.96-дюймові дисплеї з роздільною здатністю 128x64 пікселів. Технічні параметри OLED-дисплея зведені в таблицю 2.3.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Параметри OLED-дисплея

Параметр	Значення
Тип дисплея	OLED (монохромний)
Діагональ дисплея	0.96 дюйма
Роздільна здатність	128 x 64 пікселів
Колір відображення	Білий, синій або жовтий (залежно від моделі)
Інтерфейс	I ² C (також може бути SPI)
Напруга живлення	3.3 – 5 В
Споживаний струм	10 – 20 мА
Робоча температура	-20°C ... +70°C
Кут огляду	До 160°
Розміри модуля	~27 x 27 мм

Для реалізації комп'ютеризованої системи контролю кількості відвідувачів OLED-дисплей є доцільним вибором завдяки низці переваг. По-перше, він має компактні розміри, що дозволяє легко інтегрувати його в корпус пристрою. По-друге, низьке енергоспоживання дозволяє використовувати його навіть у системах з автономним живленням. Крім того, висока яскравість і чіткість зображення забезпечують хорошу читабельність даних за різних умов освітлення. Можливість відображення символів, графіки та іконок дозволяє наочно виводити інформацію про поточну кількість відвідувачів, стан підключення до Wi-Fi тощо.

Отже, OLED-дисплей задовольняє всі технічні та функціональні вимоги до виведення локальної інформації у складі проєктованої системи, а також забезпечує надійну і зручну візуалізацію даних у компактному форм-факторі.

2.2.4 Модуль реле

Модуль реле є простим, надійним і ефективним засобом для комутації електричних навантажень за допомогою мікроконтролерів [7]. У контексті розробки комп'ютеризованої системи для контролю кількості відвідувачів цей

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

модуль може бути використаний для керування зовнішніми виконавчими пристроями — наприклад, освітленням (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Модуль реле

Модуль побудований на основі електромеханічного реле, яке керується через транзисторний ключ. Реле має нормально відкритий (NO), нормально закритий (NC) і загальний (COM) контакти, що дозволяє реалізовувати як логіку включення при подачі сигналу, так і логіку виключення. Модуль оснащений індикаторним світлодіодом, що сигналізує про стан реле, а також зручною колодкою для підключення навантаження. В таблиці 2.4 наведені характеристики модуля реле.

Таблиця 2.4 – Характеристики модуля реле

Характеристика	Значення
Робоча напруга	5 В DC
Робочий струм	~70 мА (при спрацюванні реле)
Тип реле	Електромеханічне
Максимальний струм навантаження	10 А
Кількість каналів	1
Інтерфейс керування	Цифровий (TTL логіка)
Розміри модуля	50 мм × 26 мм × 18 мм
Індикатор	Світлодіод для стану реле

Принцип роботи модуля полягає в наступному: коли мікроконтролер подає логічну одиницю (високий рівень сигналу) на вхід IN модуля, транзистор відкривається і подає струм на котушку реле, що спричиняє його спрацювання — перемикаються контакти і замикається електричне коло підключеного навантаження. Завдяки наявності оптопар або транзисторної розв'язки, модуль забезпечує базовий електричний захист для мікроконтролера. Електрична схема модуля реле наведена на рисунку 2.8.

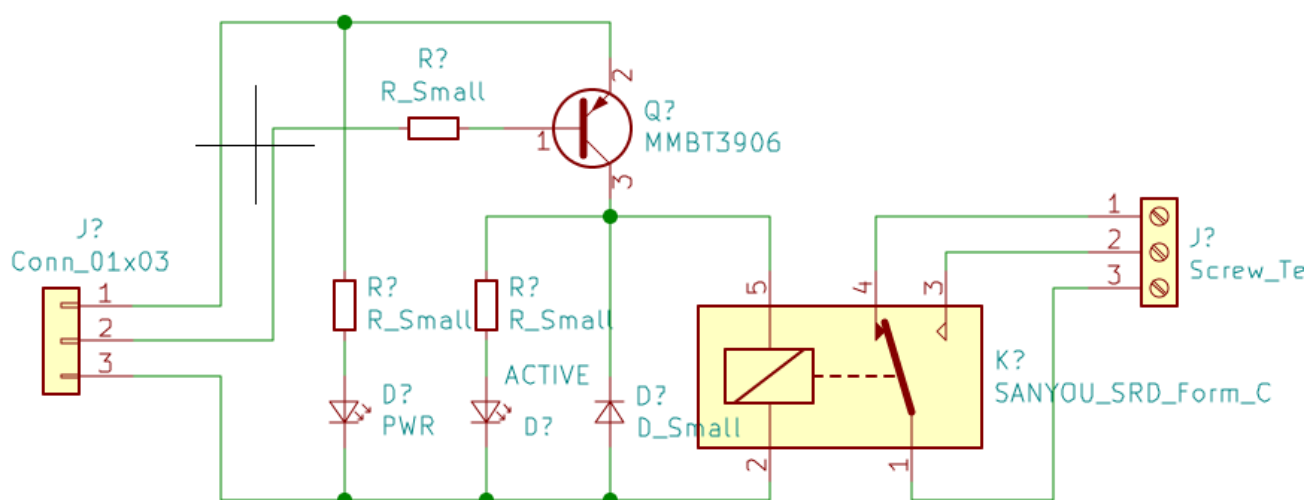


Рисунок 2.8 – Електрична схема модуля реле

Перевагами вибору цього модуля є:

- простота підключення і керування;
- низька напруга живлення, сумісна з більшістю мікроконтролерів;
- наявність індикації стану;
- можливість комутації як постійного, так і змінного струму;
- висока надійність та довговічність.

Цей модуль доцільно використовувати в комп'ютеризованій системі, що реалізується в межах кваліфікаційної роботи, оскільки він дозволяє легко інтегрувати керування зовнішніми пристроями в логіку обробки даних, отриманих від сенсорів.

2.3 Електрична принципова схема пристрою для віддаленого контролю кількості відвідувачів

Електрична принципова схема проєктованого пристрою була розроблена для реалізації системи обліку відвідувачів (рис. 2.9). Основним елементом системи виступає мікроконтролер ESP8266 (U3), який забезпечує обробку сигналів від давачів, керування реле та взаємодію з хмарним сервісом через Wi-Fi з'єднання.

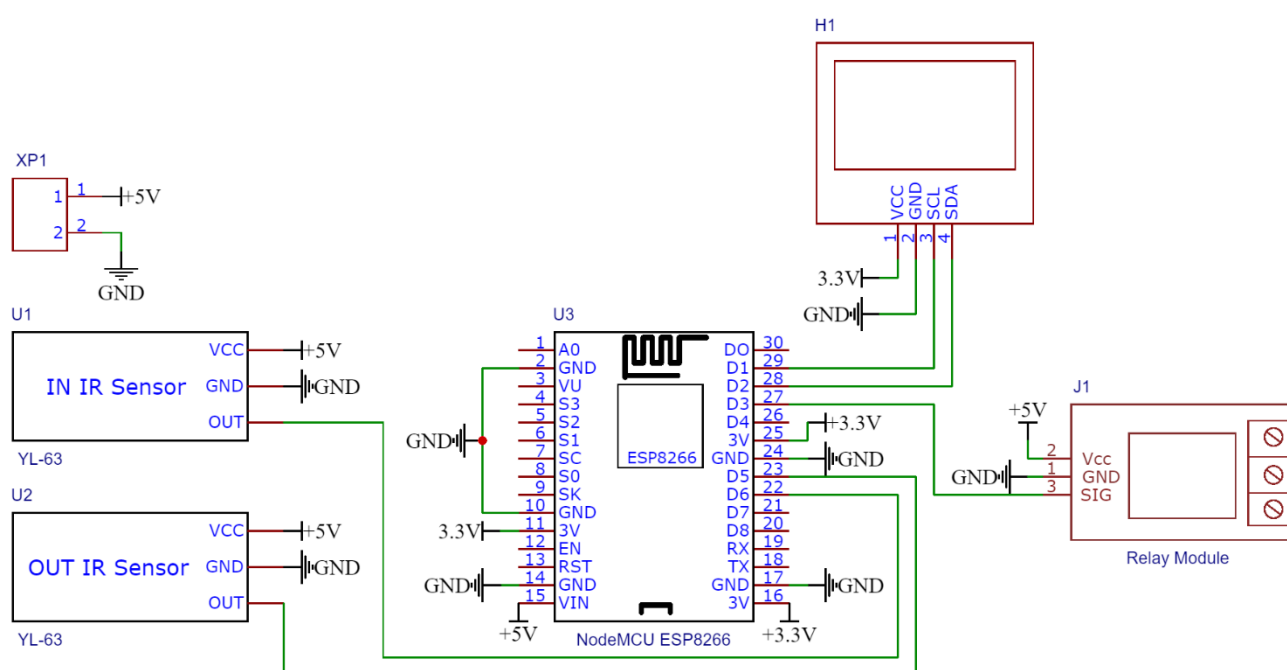


Рисунок 2.9 – Електрична принципова схема пристрою для віддаленого контролю кількості відвідувачів

До мікроконтролера підключені два інфрачервоні давачі перешкод, які розташовані на вході та виході з приміщення. Перший давач (U1) підключено до цифрового входу D6 (GPIO12), а другий давач (U2) — до входу D5 (GPIO14). Ці давачі дозволяють визначати напрямок руху людей та обчислювати поточну кількість відвідувачів у приміщенні.

Для візуального відображення інформації використовується OLED-дисплей на контролері SSD1306 з інтерфейсом I²C. Лінії передачі даних SDA та SCL дисплея підключені відповідно до стандартних пінів мікроконтролера. Через

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

дисплей користувач отримує інформацію про кількість присутніх у приміщенні, кількість входів і виходів, а також стан освітлення.

Реле (J1) для керування освітленням підключено до виходу D3 (GPIO0) мікроконтролера. За допомогою цього реле система вмикає або вимикає, наприклад, освітлювальні прилади, в приміщенні в залежності від кількості зареєстрованих відвідувачів. Коли кількість людей більше нуля, реле замикає електричне коло і подає живлення на освітлювальні прилади.

З'єднання пристрою з мережею Інтернет здійснюється за допомогою вбудованого Wi-Fi модуля ESP8266. Після підключення до локальної бездротової мережі, мікроконтролер за допомогою бібліотеки Blynk передає інформацію про стан системи на мобільний додаток. Також через додаток можна дистанційно переглядати КВ та стан освітлення.

Для живлення системи передбачено стабілізоване джерело живлення з напругою 5 В, яке підключається до порту VIN плати NodeMCU. Усі елементи схеми мають загальну точку з'єднання — спільну "землю" GND.

Отже, електрична принципова схема забезпечує узгоджену роботу усіх компонентів системи та реалізує основні функції проєктованого пристрою відповідно до поставлених вимог.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій

У процесі розробки системи було реалізовано алгоритм, що дозволяє автоматично вести підрахунок кількості осіб, які перебувають у приміщенні, та здійснювати керування допоміжними пристроями на основі цієї інформації. Система побудована на основі використання мікроконтролера, який має інтегрований Wi-Fi-модуль, інфрачервоні датчики перешкод, реле для керування освітленням, або іншими приладами. Крім того, до системи інтегровано OLED-дисплей для локального відображення кількості відвідувачів та IoT-платформу Blynk для віддаленого моніторингу і керування. Алгоритм функціонування системи умовно поділяється на кілька логічних блоків:

- ініціалізація;
- зчитування станів датчиків;
- аналіз напрямку руху;
- обчислення поточної кількості відвідувачів;
- керування перемиканням реле;
- передача даних на сервер;
- відображення на OLED-дисплеї.

На етапі ініціалізації мікроконтролера NodeMCU ESP8266 у функції `setup()` відбувається підключення до Wi-Fi мережі за допомогою бібліотеки Blynk, а також ініціалізація OLED-дисплея. Датчики вхідного та вихідного контролю конфігуруються як цифрові входи. Також встановлюються відповідні режими роботи контактів для керування реле.

Основна логіка системи реалізована у функції `loop()`, де відбувається постійне опитування стану сенсорів (рис. 3.1).

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шмігель А.П.			Практична частина	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Осуківська Г.М.					35	17
Рецензент		Шимчук Г.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осуківська Г.М.						

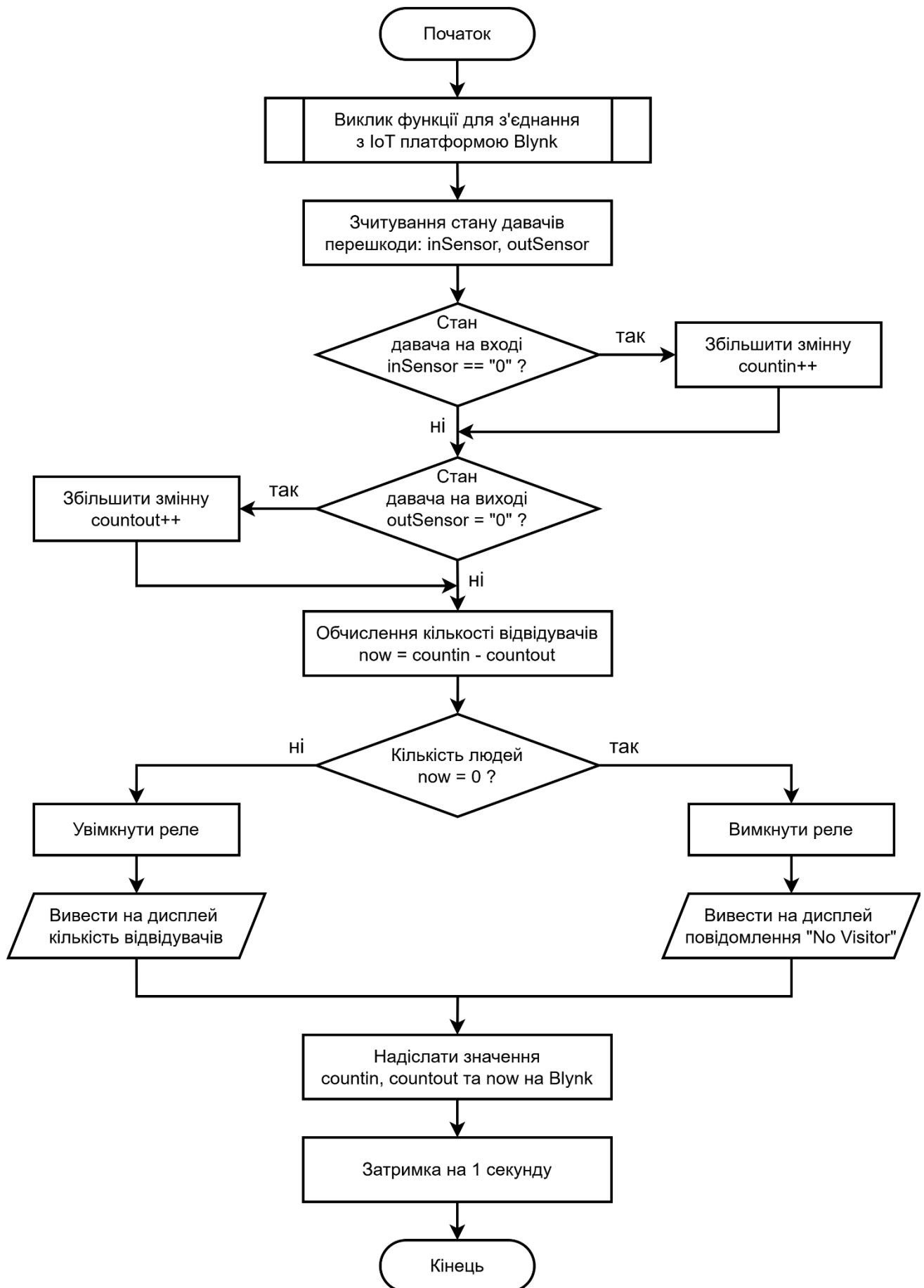


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи циклічної функції loop системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

Коли давач, розташований на вході, виявляє перешкоду, система реєструє факт входу особи. Аналогічно, при спрацюванні сенсора на виході реєструється вихід. Після цього відповідні лічильники countin та countout збільшуються на одиницю. Різниця між кількістю входів та виходів ($now = countin - countout$) визначає актуальну кількість відвідувачів у приміщенні.

Коли значення now перевищує 0, це свідчить про наявність людей у приміщенні. У такому випадку активується реле, яке вмикає освітлювальні прилади, підключене до системи. Реле керується через цифровий вихід relay. Якщо ж кількість відвідувачів дорівнює нулю, реле вимикається, і відповідно освітлення гасне. Стан освітлення додатково дублюється у додатку Blynk за допомогою LED-віджета light, що інформує користувача про наявність або відсутність освітлення.

Виведення актуальної кількості відвідувачів реалізовано як на OLED-дисплей, так і у мобільному застосунку Blynk. Значення змінної now надсилається на віртуальний пін, що забезпечує постійне оновлення даних на смартфоні користувача. Завдяки цьому адміністратор системи має змогу у реальному часі контролювати ситуацію та, за потреби, виконувати ручне керування — наприклад, скидання лічильника або примусове вмикання/вимикання світла.

Загалом, розроблений алгоритм є простим, але ефективним рішенням для контролю за перебуванням людей у приміщенні. Він забезпечує надійну роботу системи віддаленого контролю кількості відвідувачів, дозволяючи в реальному часі відслідковувати зміну кількості людей у приміщенні та реагувати на зміну ситуації як локально, так і віддалено. Його робота не потребує постійної присутності адміністратора, оскільки більшість процесів автоматизовані. Використання IoT-технологій забезпечує масштабованість, гнучкість у налаштуваннях та перспективу подальшого розвитку системи.

3.2 Розробка програмного забезпечення

Для реалізації логіки розробленого алгоритму застосовується мова програмування C++ із використанням Arduino IDE. У програмному коді,

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розробленому для мікроконтролера ESP8266, було використано низку бібліотек, які забезпечують роботу як апаратної частини системи, так і інтеграцію з IoT-платформою Blynk. Кожна з цих бібліотек виконує свою важливу функцію, дозволяючи реалізувати необхідну функціональність у зручний та структурований спосіб (рис. 3.2).

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Blynk.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
```

Рисунок 3.2 – Підключення бібліотек

Бібліотека Wire.h використовується для реалізації протоколу I²C, який забезпечує обмін даними між мікроконтролером та OLED-дисплеєм. Саме завдяки цій бібліотеці відбувається ініціалізація дисплея, а також передача даних про кількість відвідувачів, які виводяться на екран у реальному часі.

Бібліотеки Adafruit_GFX.h та Adafruit_SSD1306.h є частинами графічного програмного пакету від компанії Adafruit, що спеціалізується на роботі з графічними дисплеями. Adafruit_GFX.h надає базові функції для роботи з графікою, такі як виведення тексту, ліній, прямокутників та інших об'єктів. Бібліотека Adafruit_SSD1306.h є драйвером для конкретної моделі дисплея на контролері SSD1306, що забезпечує повну підтримку його функцій та можливість керування з боку мікроконтролера.

Бібліотека ESP8266WiFi.h відповідає за підключення мікроконтролера до Wi-Fi-мережі. Вона забезпечує конфігурацію з'єднання, передачу та прийом даних по бездротовому з'єднанню, що є ключовим елементом для реалізації функцій IoT у системі.

Бібліотеки Blynk.h та BlynkSimpleEsp8266.h використовуються для інтеграції з платформою Blynk. Бібліотека Blynk.h є основною бібліотекою платформи, яка дозволяє створювати віртуальні пін-з'єднання, отримувати дані з пристрою або надсилати їх на нього, а також взаємодіяти з інтерфейсом мобільного

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосунку. BlynkSimpleEsp8266.h – це специфічна реалізація бібліотеки Blynk для мікроконтролера ESP8266. Вона спрощує налаштування зв'язку між пристроєм та Blynk-сервером і забезпечує стабільну роботу з платформою в реальному часі.

Усі зазначені бібліотеки є відкритими та підтримуються широкою спільнотою розробників, що полегшило процес розробки, тестування та налагодження програмної частини системи. Їх вибір був зумовлений сумісністю з обладнанням, простотою використання, а також достатньою функціональністю для реалізації задач віддаленого моніторингу та керування.

На початку програмного коду оголошуються директиви препроцесора та глобальні змінні, необхідні для налаштування апаратної частини системи та забезпечення її взаємодії з компонентами. Зокрема, встановлюються параметри OLED-дисплея та його ініціалізація, мережеві дані для підключення до Wi-Fi, а також оголошуються позначення пінів для сенсорів, реле та змінні для обліку відвідувачів (рис. 3.3).

Константи SCREEN_WIDTH і SCREEN_HEIGHT задають ширину та висоту OLED-дисплея у пікселях. Ці параметри відповідають стандартним розмірам дисплея на контролері SSD1306. Наступна константа OLED_RESET визначає, що пін для апаратного скидання дисплея не використовується, оскільки він підключений безпосередньо до лінії живлення або скидання самого мікроконтролера.

На основі цих параметрів створюється об'єкт display класу Adafruit_SSD1306, який забезпечує взаємодію з дисплеєм через інтерфейс I²C (який реалізується за допомогою бібліотеки Wire). Цей об'єкт використовується надалі для виведення інформації на екран, зокрема кількості відвідувачів, стану системи тощо.

Далі оголошуються змінні для підключення до IoT-платформи Blynk: auth[] — це токен авторизації, який видається мобільним додатком Blynk для ідентифікації пристрою в хмарній інфраструктурі; ssid[] та pass[] — відповідно ім'я мережі Wi-Fi та пароль доступу до неї. Ці дані дозволяють ESP8266 з'єднатися з Інтернетом для відправки даних на Blynk-сервер.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing NodeMCU reset
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

char auth[] = "xxxxxxxxxxxxxx"; // You should get Auth Token in the
char ssid[] = "xxxxxxxxxxxxxx"; // Your WiFi credentials.
char pass[] = "xxxxxxxxxxxxxx";

#define inSensor 14 // D5
#define outSensor 12 // D6

int inStatus;
int outStatus;

int countin = 0;
int countout = 0;

int in;
int out;
int now;

#define relay 0 //D3
WidgetLED light(V0);

```

Рисунок 3.3 – Лістинг коду з визначенням констант, змінних та об'єктів

Константи inSensor та outSensor встановлюють пін-коди на мікроконтролері для підключення вхідного та вихідного інфрачервоних давачів перешкод (використовується цифрові піни D6 і D5 відповідно). Ці сенсори реєструють факт входу та виходу відвідувачів із приміщення.

Для зберігання поточних станів сенсорів використовуються змінні inStatus і outStatus. Змінні countin і countout ведуть облік кількості осіб, що увійшли та вийшли відповідно. Змінні in, out, now є допоміжними і використовуються в основній логіці програми для розрахунку кількості осіб, які наразі перебувають у приміщенні.

Константа relay 0 задає пін D3 для керування реле, яке вмикає або вимикає освітлення в приміщенні залежно від наявності людей. Нарешті, об'єкт light типу WidgetLED відповідає за віртуальний індикатор у застосунку Blynk на віртуальному піні V0. Цей індикатор дозволяє користувачеві віддалено бачити, чи

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

увімкнене світло, що є частиною функціональності моніторингу системи через Blynk.

Процедура `setup()` у мікроконтролері ESP8266 виконується один раз під час запуску системи або її перезавантаження. Вона слугує для початкової ініціалізації всіх компонентів — як апаратних, так і програмних. У цьому проєкті функція `setup()` реалізує послідовність дій, необхідних для налаштування з'єднання з платформою Blynk, дисплея OLED, цифрових входів і виходів, а також виведення стартового повідомлення на екран (рис. 3.4).

```
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    delay(1000); // wait a second
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
    delay(2000);
    pinMode(inSensor, INPUT);
    pinMode(outSensor, INPUT);
    pinMode(relay, OUTPUT);
    digitalWrite(relay, HIGH);

    Serial.println(" Visitor Counter ");
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(20, 20);
    display.print("Visitor");
    display.setCursor(20, 40);
    display.print("Counter");
    display.display();
    delay(3000);
}
```

Рисунок 3.4 – Лістинг коду процедури `setup()`

На початку процедури виконується ініціалізація послідовного з'єднання командою `Serial.begin()`. Це важливо для діагностики та відлагодження коду в процесі розробки.

Далі виконується підключення до платформи Blynk через функцію `Blynk.begin()`, яка ініціалізує мережеве з'єднання мікроконтролера з вказаними

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрами Wi-Fi та токеном авторизації. Після цього задається коротка затримка, що дозволяє стабілізувати з'єднання перед подальшими діями.

Ініціалізація OLED-дисплея здійснюється за допомогою методу `display.begin()`, який вказує I²C-адресу пристрою та режим живлення контролера дисплея `SSD1306_SWITCHCAPVCC`. Після цього виконується ще одна затримка для завершення процесу ініціалізації дисплея.

Далі оголошуються режими роботи трьох цифрових пінів: `inSensor` та `outSensor` налаштовуються як входи (INPUT), оскільки до них підключено давачі перешкод, що виявляють рух користувачів на вході та виході. Пін `relay`, який керує реле освітлення, налаштовується як вихід (OUTPUT). Після цього реле вимикається, оскільки у цій схемі активний стан досягається подачею низького рівня.

На завершення процедури `setup()` на OLED-дисплей виводиться привітальне повідомлення. Команда `display.clearDisplay()` очищає екран, а методи `setTextSize()`, `setTextColor()` та `setCursor()` використовуються для налаштування вигляду тексту. Далі двома командами `display.print()` виводяться написи "Visitor" та "Counter", а після виклику `display.display()` інформація з'являється на екрані.

Процедура `loop()` у програмі для мікроконтролера ESP8266 відповідає за безперервне виконання основної логіки системи. Вона постійно перевіряє стан давачів, оновлює відображення на OLED-дисплеї, керує світлом у приміщенні, а також надсилає дані на мобільний додаток Blynk.

На початку процедури викликається `Blynk.run()`, яка забезпечує постійне з'єднання з Blynk-сервером і дозволяє обмінюватися даними. Далі зчитуються значення з цифрових входів, до яких підключені інфрачервоні давачі руху: `inSensor` і `outSensor`. Якщо сигнал з одного з давачів дорівнює нулю, тобто зафіксовано спрацювання, відповідний лічильник `countin` або `countout` збільшується на одиницю.

На основі кількості відвідувачів, які перетнули вхід та вихід обчислюється поточна кількість людей у приміщенні: $now = in - out$ (рис. 3.5).

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void loop()
{
  Blynk.run(); // Initiates Blynk
  inStatus = digitalRead(inSensor);
  outStatus = digitalRead(outSensor);
  if (inStatus == 0) {
    in = countin++;
  }
  if (outStatus == 0) {
    out = countout++;
  }
  now = in - out;
  if (now <= 0) {
    digitalWrite(relay, HIGH);
    light.off();
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 15);
    display.print("No Visitor");
    display.setCursor(5, 40);
    display.print("Light Off");
    display.display();
    Serial.println("No Visitors! Light Off");
    delay(500);
  }
  else {
    digitalWrite(relay, LOW);
    light.on();
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(15, 0);
    display.print("Current Visitor");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(50, 15);
    display.print(now);
  }
}

```

Рисунок 3.5 – Фрагмент коду для обчислення кількості людей у приміщенні, відображення інформації на дисплеї та перемикання реле

Якщо значення змінної `now` менше або дорівнює нулю, система визначає, що в кімнаті нікого немає. У такому випадку реле, що керує освітленням, вимикається, віртуальний світлодіод у Blynk-графічному інтерфейсі також вимикається, а на OLED-дисплеї з'являється повідомлення "No Visitor" та "Light Off".

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Якщо ж $now > 0$, тобто виявлено наявність відвідувачів, система вмикає освітлення, активує віртуальний світлодіод і виводить на дисплей поточну кількість відвідувачів, а також кількість вхідних і вихідних подій. Дані дублюються і в послідовному моніторі для контролю.

На завершення, за допомогою функцій `Blynk.virtualWrite()` відправляються значення `in`, `out` та `now` на відповідні віртуальні піни в додатку Blynk, що дозволяє користувачеві віддалено стежити за станом системи зі смартфона (рис. 3.6).

```
Blynk.virtualWrite(V1, in); // Visitors In
Blynk.virtualWrite(V2, out); // Visitors Out
Blynk.virtualWrite(V3, now); // Current Visitors
delay(1000);
```

Рисунок 3.6 – Фрагмент коду для надсилання даних на платформу Blynk

Отже, процедура `loop()` реалізує повний цикл обробки подій, візуалізації та керування пристроєм.

3.3 Реалізація обміну даними з платформою Blynk

3.3.1 Платформа Blynk

ІоТ-платформа Blynk є сучасним і зручним інструментом для створення мобільних інтерфейсів керування та моніторингу мікроконтролерних систем через Інтернет. У контексті розробки комп'ютеризованої системи для контролю кількості відвідувачів Blynk дозволяє швидко реалізувати віддалене спостереження за станом об'єкта, керування пристроями, перегляд статистики в реальному часі та отримання повідомлень про критичні ситуації.

Архітектура Blynk базується на трьох основних компонентах: мобільному додатку, сервері (локальному або хмарному) та бібліотеці, яка інтегрується у програмне забезпечення мікроконтролера (рис. 3.7). Мобільний додаток Blynk доступний для платформ Android та iOS і забезпечує візуальне налаштування інтерфейсу користувача шляхом перетягування віджетів. Сервер Blynk відповідає

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за обробку даних між додатком і пристроєм, а бібліотека дозволяє легко налаштувати передачу даних з пристрою через Wi-Fi.



Рисунок 3.7 – Архітектура IoT платформи Blynk

Однією з головних переваг платформи є інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє швидко створити віртуальні кнопки, індикатори, графіки, дисплеї та інші елементи управління без знань мобільної розробки. Це суттєво скорочує час на реалізацію прототипу системи моніторингу. Крім того, підтримка великої кількості мікроконтролерів, зокрема NodeMCU ESP8266, яким обладнана розроблена система, забезпечує повну сумісність із технічними вимогами проєкту.

Завдяки можливості отримання push-повідомлень, система на Blynk дозволяє миттєво повідомляти користувача про зміну стану об'єкта або перевищення критичного порогу відвідувачів. Це важливо для своєчасного реагування, особливо в системах, орієнтованих на безпеку або ефективне керування доступом. Також варто зазначити, що Blynk має API та підтримку Webhooks, що дозволяє інтегрувати її з іншими сервісами або системами для подальшого розширення функціональності.

Вибір платформи Blynk для реалізації комп'ютеризованої системи віддаленого контролю кількості відвідувачів є обґрунтованим завдяки її простоті, функціональності, кросплатформеності, можливості віддаленого доступу до даних у реальному часі та мінімальним вимогам до апаратної частини. Це дозволяє реалізувати повноцінну IoT-систему з мінімальними витратами часу та ресурсів.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Налаштування IoT платформи Blynk

У процесі реалізації комп'ютеризованої системи для контролю кількості відвідувачів на основі IoT-технологій було здійснено повне налаштування платформи Blynk, яка забезпечила можливість віддаленого моніторингу та керування системою. Налаштування проводилося з використанням мобільного додатка Blynk та бібліотеки для мікроконтролера NodeMCU ESP8266, що забезпечило інтеграцію апаратної частини з хмарною інфраструктурою.

Процес налаштування застосунку Blynk для приймання даних від лічильника відвідувачів було успішно реалізовано на початковому етапі проєкту. Для цього спочатку було завантажено та встановлено застосунок Blynk на смартфон. Застосунок доступний для завантаження як у Google Play для Android, так і в App Store для пристроїв iOS. Після встановлення було створено новий обліковий запис за допомогою електронної пошти.

Далі було створено новий проєкт у додатку. У налаштуваннях було обрано плату NodeMCU, а тип підключення — Wi-Fi. Після натискання кнопки "Create", на вказану електронну адресу автоматично надіслано токен автентифікації, необхідний для подальшого програмування мікроконтролера ESP8266.

Наступним кроком стало додавання віджетів до головного екрана застосунку. Натисканням кнопки "+" у верхньому правому куті було додано три віджети "Value Display" для виводу кількості поточних відвідувачів, вхідних та вихідних. Крім того, було додано віджет "Super Chart" для графічного відображення змін кількості відвідувачів у часі.

Перший віджет "Value Display" було названо "Visitors Now", для нього встановлено віртуальний пін V3, а також вхідний діапазон значень і частоту оновлення даних кожену секунду. Оформлення (кольори, розмір шрифтів) було налаштовано відповідно до естетичних уподобань.

Аналогічно було налаштовано другий та третій віджети "Visitors In" та "Visitors Out", прив'язавши їх до відповідних віртуальних пінів V1 та V2. У віджеті "Super Chart" було додано три канали даних із назвами "Visitors In", "Visitors Out" та "Visitors Now", кожен з яких було прив'язано до відповідного віртуального піну (рис. 3.8).

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

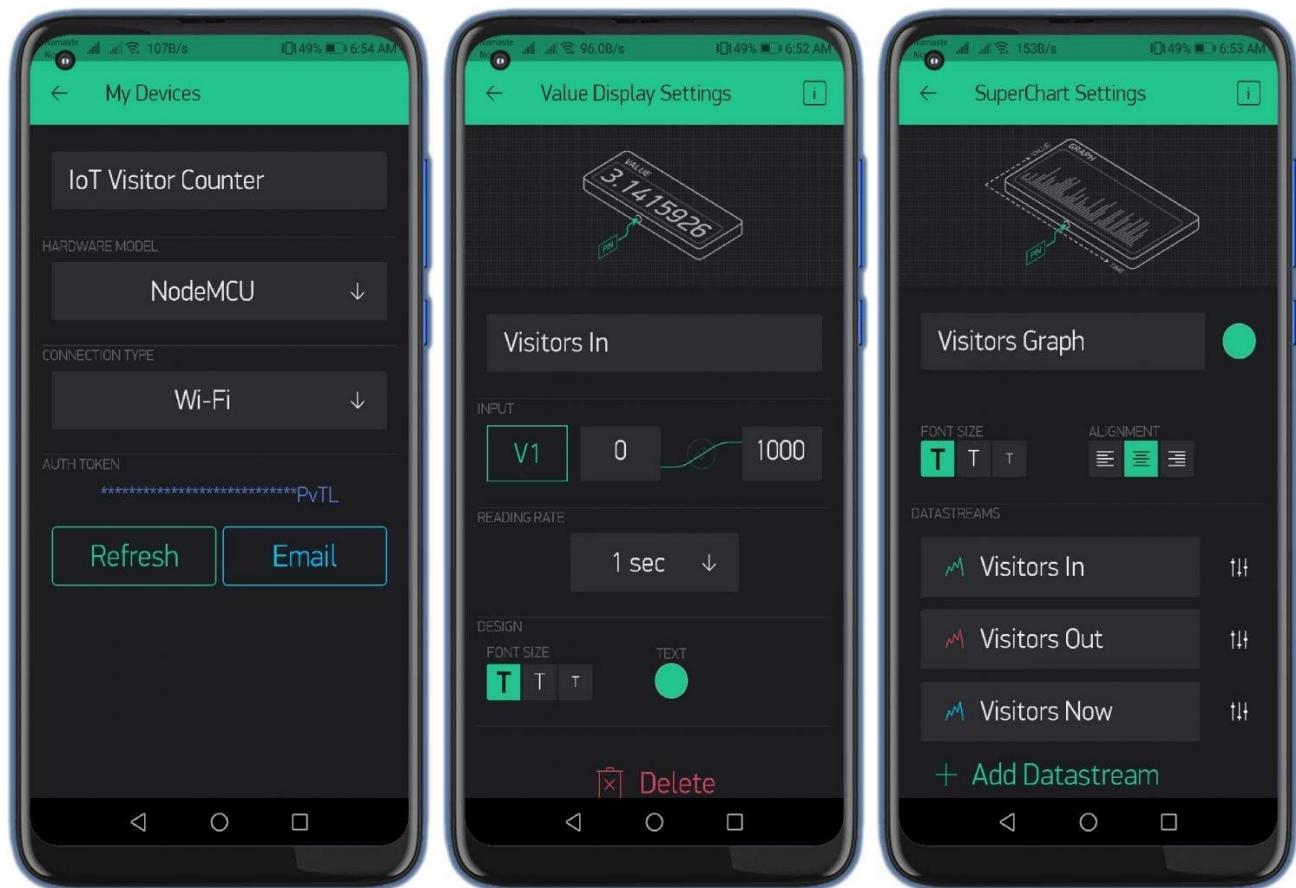


Рисунок 3.8 – Налаштування акаунту в Blynk

На стороні мікроконтролера було використано середовище Arduino IDE, до якого попередньо встановлено необхідні бібліотеки: Blynk, ESP8266WiFi та інші. У коді було вказано ідентифікатори мережі Wi-Fi, пароль, а також автентифікаційний токен. Було реалізовано програмну логіку, що дозволяла передавати значення лічильника відвідувачів до мобільного додатка та реагувати на команди користувача, отримані з інтерфейсу Blynk.

У результаті цих налаштувань система успішно з'єдналася з хмарним сервером Blynk та почала передавати дані в реальному часі. Користувач отримав зручний та інтуїтивно зрозумілий мобільний інтерфейс, який дозволяє контролювати стан об'єкта, переглядати статистику та отримувати сповіщення безпосередньо зі смартфона з будь-якої точки, де є доступ до Інтернету. Таким чином, Blynk був ефективно інтегрований у загальну архітектуру комп'ютеризованої системи та повністю виконав свої функціональні завдання.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Результати моделювання та тестування системи

Після завершення розробки апаратної та програмної частини системи було проведено її всебічне тестування з метою перевірки правильності функціонування усіх компонентів, а також забезпечення надійності підрахунку відвідувачів та роботи системи в реальних умовах.

У процесі тестування було виконано низку заходів, спрямованих на перевірку працездатності окремих компонентів і системи в цілому. Основною метою тестування було переконатися, що система коректно реагує на спрацювання давачів, точно підраховує кількість осіб, які входять і виходять із приміщення, а також забезпечує передавання даних на мобільний застосунок через IoT-платформу Blynk.

На початковому етапі, перед збиранням фізичного прототипу, була створена модель пристрою в програмному середовищі Circuit Designer (рис. 3.9), що дозволило візуалізувати компонування елементів, перевірити логіку з'єднань, відповідність живлення, а також промодельовати роботу базових електричних з'єднань.

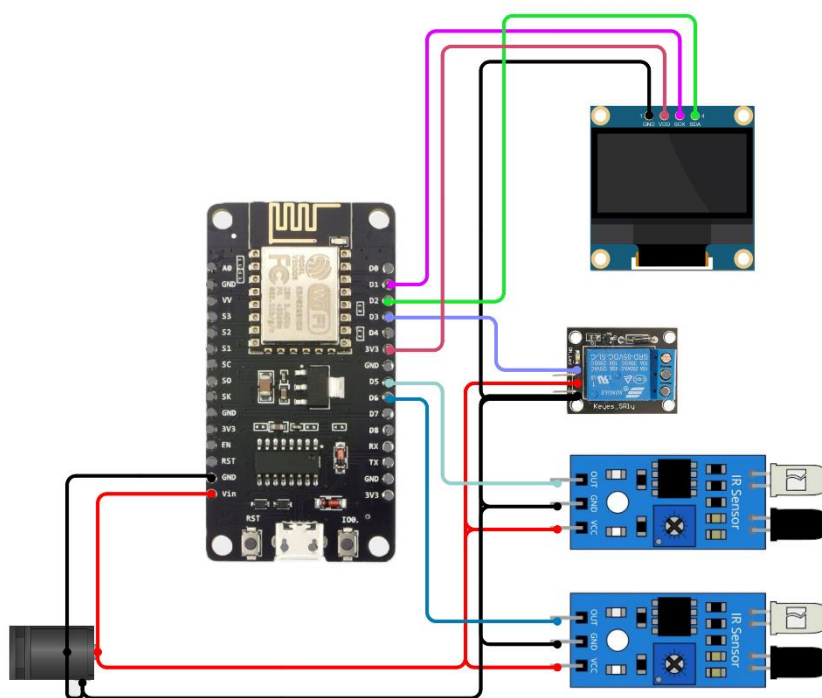


Рисунок 3.9 – Модель системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Ця модель дала змогу наочно представити структуру системи, що включає мікроконтролер NodeMCU ESP8266, два інфрачервоні датчики перешкоди, OLED-дисплей та реле.

Після побудови моделі було зібрано фізичний прототип згідно зі схемою (рис. 3.10). Першим етапом тестування стала перевірка роботи датчиків перешкод YL-63. Кожен із двох датчиків було встановлено на визначених точках входу та виходу з приміщення. Під час тестування фіксувалася реакція кожного датча на об'єкт, що проходив у зоні спрацювання. Було підтверджено, що при появі об'єкта на відстані приблизно 2–30 см інфрачервоний сенсор надійно формує сигнал високого рівня, який коректно зчитувався мікроконтролером NodeMCU ESP8266.



Рисунок 3.10 – Прототип системи віддаленого контролю кількості відвідувачів

Наступним кроком була перевірка роботи логіки підрахунку кількості відвідувачів. Для цього було реалізовано серію тестових проходжень через вхід і вихід у різних комбінаціях. У результаті було встановлено, що змінна лічильника відображає актуальну кількість людей у приміщенні, а також не допускає значень

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

менше нуля. У випадках, коли значення лічильника перевищувало нуль, спрацьовувало реле, активуючи відповідний електричний пристрій – зокрема, ввімкнення освітлення. Коли ж лічильник повертався до нуля, реле вимикало навантаження, чим забезпечувалося автоматичне керування освітленням.

Паралельно з перевіркою локальної логіки було протестовано OLED-дисплей. Після ініціалізації дисплей коректно виводив поточну кількість відвідувачів, що дозволяло користувачу швидко зчитати інформацію з пристрою без підключення до зовнішніх платформ. Якість відображення, яскравість та стабільність роботи екрана відповідали заявленим характеристикам.

Особлива увага була приділена перевірці інтеграції з IoT платформою Blynk. У мобільному застосунку було створено інтерфейс з віртуальними віджетами, які відображали кількість відвідувачів, стан реле, а також передбачали можливість ручного керування освітленням (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – Результати моніторингу кількості відвідувачів в додатку Blynk

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після підключення NodeMCU до мережі Wi-Fi та активації Blynk через токен автентифікації, всі дані успішно передавалися до застосунку в реальному часі. Випробування в різних умовах (із затримками мережі, зміною точок доступу тощо) показали стабільну роботу модуля Wi-Fi та швидку реакцію системи на події.

Загалом, тестування підтвердило, що розроблена система працює стабільно та надійно. Всі компоненти – сенсори, дисплей, реле, світлодіоди та програмна частина – взаємодіють коректно, а передача даних до хмарної платформи виконується без помилок. Це дозволяє стверджувати, що система готова до експлуатації в умовах навчального закладу, офісу чи іншого громадського приміщення.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом

Пошкодження організму, спричинені протіканням через нього електричного струму, електричною дугою або блискавкою, називаються електричною травмою. Електричні травми умовно поділяються на два види: місцеві електротравми, коли виникає місцеве порушення цілісності окремих ділянок та тканин тіла, і загальні електротравми, так звані електричні удари, коли уражається центральна нервова система або існує загроза ураження всього організму через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем, таких як головний мозок, серце, легені.

Місцеві електротравми – чітко окреслені місцеві порушення цілісності окремих ділянок та тканин тіла під впливом електричного струму та/або електричної дуги. Найчастіше – це поверхневі пошкодження, тобто пошкодження шкіри, іноді інших м'яких тканин, а також зв'язок і кісток [29].

До місцевих електротравм відносять:

- електричні опіки;
- електричні знаки;
- металізацію шкіри;
- механічні пошкодження;
- електрофтальмію.

Загальні електричні травми (електричні удари) залежно від наслідків ураження організму людини поділяють на чотири ступені:

I – судомне скорочення м'язів, що супроводжується болями, але без втрати свідомості;

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Шмігель А.П.								
Перевірив		Осуківська Г.М.							52	6
Консульт.		Пилипець М.І.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.								
Зав. каф.		Осуківська Г.М.								

II – судомне скорочення м'язів із втратою свідомості та/або зупинкою дихання;

III – втрата свідомості і порушення серцевої діяльності;

IV – клінічна смерть.

Електричний удар, навіть якщо він не закінчився смертю, може призвести до значного розладу організму, який виявляється одразу ж після удару або через декілька годин, днів і навіть місяців.

Внаслідок електричного удару можуть виникнути або загостритися серцево-судинні захворювання (аритмія серця, стенокардія, підвищення або пониження артеріального тиску), а також нервові захворювання (невроз), ендокринні порушення. Можливі послаблення пам'яті та уваги. Електричні удари послаблюють стійкість організму до захворювань [29].

Для того щоб звільнити потерпілого від дії електричного струму, необхідно швидко вимкнути ділянку електричної мережі або електрообладнання, до якого дотикається людина. Якщо вимкнення здійснити неможливо, звільнити людину від дії електричного струму можна, відтягнувши її від джерела струму або ж відкинувши дрід від людини (якщо людина торкається дроту). При цьому людині, яка надає допомогу, необхідно дотримуватись правил безпеки, щоб самій не потрапити під дію електричного струму, звертаючи особливу увагу на напругу, під яку потрапив потерпілий.

У разі напруги до 1000 В дрід від людини можна відкинути сухою палкою або дошкою. Можна також перерубати його сокирою. Відтягти потерпілого від джерела струму можна руками, надягнувши діелектричні рукавиці або ж накинувши на них сухий одяг. Краще при цьому стати на дошку, одяг або будь-яку іншу не струмопровідну підстилку [29].

Необхідно врахувати небезпеку крокової напруги, якщо струмоведуча частина лежить на землі. Тому після звільнення потерпілого необхідно винести з цієї зони. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі слід не відриваючи ноги одна від одної [30].

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звільнивши потерпілого від дії електричного струму, необхідно якнайшвидше визначити вид і ступінь електротравми і залежно від цього надавати першу долікарську допомогу, а також викликати медичну допомогу або доставити потерпілого до медичного закладу. При цьому можуть спостерігатися опіки різного ступеня, механічні ушкодження (вивихи, розтягування та розривання зв'язок, переломи), зупинка дихання або навіть клінічна смерть. Людину, яка отримала електротравму, не можна залишати без догляду, доки її не огляне лікар, оскільки у неї не виключається розвиток негативних процесів, які можуть призвести навіть до зупинки серця [30].

4.2 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці

Розумова праця об'єднує роботи пов'язані зі сприйняттям та опрацюванням інформації, необхідністю переважного навантаження сенсорного апарату, уваги, пам'яті, а також активації процесів мислення, емоційної сфери.

Виділяють такі різновиди розумової праці [31]:

- операторська;
- адміністративно-керівна;
- творча;
- праця викладачів і медичних працівників;
- праця учнів і студентів.

Вказані види роботи відрізняються щодо організації трудового процесу, рівномірності навантаження, ступеню емоційного напруження. При розумовій діяльності загострюється сприйняття, увага, пам'ять. Посилюється кровопостачання мозку, підвищується енергетичний обмін нервових клітин, змінюються показники біоелектричної активності мозку.

При інтенсивній інтелектуальній діяльності споживання кисню 100 г кори головного мозку в 5-6 разів більше, ніж споживання скелетного м'язу такої ж ваги при максимальному навантаженні. Розумова праця, а особливо, робота розробника комп'ютеризованих систем, супроводжується деякою нервово-емоційною

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

напругою. Вона призводить до посилення серцево-судинної діяльності, дихання, енергообміну, підвищення м'язового тону.

Після закінчення розумової праці "робоча домінанта" повністю не згасає, зумовлюючи більш тривала втоми та виснаження ЦНС при розумовій праці, ніж при фізичній.

Практичне значення заходів щодо підвищення працездатності впливає із закономірностей її динаміки і зводиться до:

- збільшення фази стійкого стану в фонді робочого часу;
- прискорення процесу опрацювання;
- віддалення фази розвитку втоми;
- забезпечення високої продуктивності праці за нормальних фізіологічних затрат.

Комплекс заходів щодо підвищення і збереження працездатності працівників на оптимальному рівні реалізується на техніко-організаційному, соціально-економічному, санітарно-гігієнічному, медико-біологічному, психологічному напрямках.

Важливим фактором високої працездатності і продуктивності праці є оптимізація трудових навантажень на основі механізації і автоматизації виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідації важкої ручної праці. При правильній організації праці на легких роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких роботах вона нетривала [31].

Високий рівень працездатності безпосередньо залежить від умов праці, оскільки поліпшення їх супроводжується зменшенням енергетичних затрат організму на подолання несприятливого впливу факторів виробничого середовища.

Важливим напрямком підвищення працездатності працюючих є ритмізація трудових процесів, оптимізація темпу роботи, а також раціоналізація трудових рухів на фізіологічній основі, що сприяє формуванню і закріпленню робочих динамічних стереотипів, а отже зменшенню м'язових і вольових зусиль. Ритмічна

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робота підвищує функціональні можливості організму, сприяє його тренуваності і забезпечує економізацію енергетичних затрат.

Економізація функціональних затрат досягається завдяки стійкій домінанті і автоматизму дій, що виключає зайві рухи, розсіювання уваги. Особливе значення для підтримання працездатності працівників на високому рівні має раціональний режим праці і відпочинку.

Дослідження показують, що впровадження раціонального режиму праці і відпочинку на підприємствах забезпечує підвищення продуктивності праці на 8 – 10 %, сприяє поліпшенню фізіологічного стану працівників (зменшується частота пульсу в процесі роботи, підвищується м'язова витривалість в кінці зміни, покращується координація рухів) [31].

Високій працездатності працівників сприяє і раціоналізація робочих місць на основі врахування антропометричних, біомеханічних і психофізіологічних вимог, що обумовлює раціональну робочу позу, зменшення статичних навантажень, оптимізацію робочої зони та інформаційних потоків.

Висока працездатність забезпечується за рахунок використання факторів естетичного впливу на працюючих. Такими факторами є колір, світло, музика. Слід підкреслити значення функціональної музики, яка впливає на емоційну сферу людини, підвищує збудливість і лабільність центральної нервової системи. На початку роботи вона прискорює процес праці, а в кінці робочого дня зменшує суб'єктивне відчуття стомленості.

Вплив функціональної музики посилюється, якщо вона поєднується з фізичними вправами. Останні підвищують лабільність органів, які безпосередньо беруть участь у виконанні роботи, активізують роботу органів дихання і кровообігу.

Під час розробки системи віддаленого контролю кількості відвідувачів дотримувалися заходи щодо збереження працездатності та підвищення продуктивності праці.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено комп'ютеризовану систему для віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій.

Визначено актуальність даної теми, обґрунтовано необхідність автоматизованого підходу до обліку відвідувачів у закладах, що дозволяє підвищити точність збору даних, оперативність їх обробки та зменшити витрати на персонал.

Виконано аналіз існуючих засобів контролю кількості відвідувачів, а також їхніх недоліків. На основі цього аналізу було сформульовано вимоги до розроблюваної системи, що дозволило визначити оптимальну структуру та компоненти системи.

Розроблено апаратну частину системи, яка включає мікроконтролерний пристрій з модулем бездротового зв'язку для передачі даних на хмарну IoT платформу, давачі перешкоди, OLED дисплей та модуль реле. Обґрунтовано вибір елементної бази, виходячи з критеріїв енергоефективності, надійності та простоти інтеграції.

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення, яке забезпечує коректну обробку даних з давачів, їх передачу через мережу Wi-Fi та збереження у базі даних для подальшої візуалізації та аналізу.

Проведено моделювання та тестування системи, яке підтвердило її працездатність, точність вимірювань та відповідність встановленим вимогам.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лічильник відвідувачів ТК-03. URL: <https://securitylab.com.ua/schetchiki-posetiteley-tk-03/> (дата звернення: 09.03.2025).
2. Система підрахунку відвідувачів «CountLUX». URL: http://txo.com.ua/hard_txo_clux/ (дата звернення: 10.03.2025).
3. Система обліку відвідувачів ViziCounter Pro. URL: <https://digsee.com/ua/products/vizicounter/> (дата звернення: 11.03.2025).
4. Wi-Fi модуль NodeMCU V3 ESP8266. URL: <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modul-nodemcu-esp8266> (дата звернення: 19.03.2025).
5. Датчик перешкоди (модуль YL-63). URL: <https://arduino.ua/prod1212-datchik-prepyatstviya-modul-yl-63> (дата звернення: 20.03.2025).
6. OLED дисплей 0.96" I2C 128x64. URL: <https://arduino.ua/prod1178-oled-displei-0-96-i2c-128x64-jelto-sinii> (дата звернення: 21.03.2025).
7. Модуль реле 5В 10А низького рівня. URL: <https://arduino.ua/prod1706-modul-rele-5v-10a-nizkogo-yrovnya-low-level> (дата звернення: 22.03.2025).
8. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.
9. Луцків А., Лупенко С., Пасічник В. Паралельні та розподільнені обчислення. Навчальний посібник. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2024. 566 с.
10. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Львів: «Магнолія 2006», 2024. 256 с.
11. Velychko D., Osukhivska H., Palaniza Y., Lutsyk N., Sobaszek L. Artificial Intelligence Based Emergency Identification Computer System. Advances in Science and Technology Research Journal, 18 no. 2, 2024, P. 296-304.
12. Voloshchuk A., Velychko D., Osukhivska H., Palamar A. Computer system for energy distribution in conditions of electricity shortage using artificial intelligence. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Computer Information

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Technologies in Industry 4.0 (CITI 2024), Ternopil, Ukraine, June 12-14, 2024. Vol. 3742 P. 66-75.

13. Voloskyi V., Leshchyshyn Y., Romanyshyn N., Palamar A., Tarasenko L. Method and algorithm for efficient cell balancing in the lithium-ion battery control system. CEUR Workshop Proceedings, The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024), Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 3842. P. 258-267.

14. 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.

15. 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 (ITTAP 2023), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

16. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017), Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

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. 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.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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. Vol. 3468. P. 164-172.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. Yatsyshyn V., Pastukh O., Kukharska V., Palamar A., Kulikov S. Method and tool of detecting software architecture patterns in the process of computer systems development. CEUR Workshop Proceedings, 4th International Workshop on Information

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2024), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, October 23-25, 2024. Vol. 3896. P. 12-24.

28. Palamar A., Karpinsky 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.

29. Мохняк С.М. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Львів: вид. НУ „Львівська політехніка”, 2009. 264 с.

30. Толок А.О., Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. 215 с.

31. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці. К.: Центр учбової літератури, 2009. 209 с.

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЗ	Арк.
						61
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.

“ ____ ” _____ 2025 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ
КІЛЬКОСТІ ВІДВІДУВАЧІВ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на ____ 8 ____ листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н. Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2025 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-41

_____ Шмігель А.П.

“ ____ ” _____ 2025 р.

Тернопіль 2025

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.262.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІс-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Шмігель Артур Петрович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-53 від «27» січня 2025 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 27.01.2025 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 23.06.2025 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 віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, 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 автоматизованого підрахунку кількості відвідувачів у закритих або відкритих просторах, таких як торгові центри, музеї, офіси, громадський транспорт та інші місця масового скупчення людей. Вона дозволяє керівникам та адміністраторам отримувати достовірні дані щодо відвідуваності в режимі реального часу.

2.2 Мета створення системи

Метою роботи є розробка апаратно-програмного комплексу для збору, передачі, аналізу та візуалізації даних про кількість відвідувачів, що дозволить оптимізувати управління ресурсами, підвищити ефективність роботи персоналу та забезпечити дотримання норм безпеки.

2.3 Характеристика об'єкту

Об'єктом моніторингу є вхідні/вихідні зони приміщень, де встановлюватимуться сенсори для обліку людей. Система повинна працювати в умовах різної освітленості, температур та рівня вологості.

Система проектується для віддаленого контролю кількості відвідувачів в приміщенні, що включає в себе:

- розробку структурної схеми;
- розробку схеми електричної принципової;
- розробку алгоритму роботи та програмного забезпечення для мікроконтролера.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система віддаленого контролю кількості відвідувачів повинна:

1. Забезпечувати автоматизований підрахунок кількості відвідувачів;
2. Передавати дані до хмарного сервера через WiFi;
3. Мати веб-інтерфейс або мобільний додаток для перегляду статистики;
4. Бути енергоефективною та надійною у довготривалій експлуатації.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи віддаленого контролю кількості відвідувачів повинна включати в себе:

- давачі, мікроконтролер, бездротовий модуль зв'язку та сервер обробки даних;
- можливість інтеграції з іншими інформаційними системами.

Структура системи повинна дозволяти масштабування системи.

В загальному випадку, система повинна реалізовувати функції дистанційного моніторингу кількості відвідувачів в приміщенні. Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- надійність;
- чутливість та швидкість реакції;
- керованість;
- сумісність.

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

Обмін даними між компонентами системи віддаленого контролю кількості відвідувачів повинен здійснюватися з використанням бездротових технологій передачі інформації, зокрема, з використанням технології WiFi.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна підтримувати кілька режимів роботи: нормальний режим збору даних, режим обробки та аналізу даних, а також режим технічного обслуговування. У нормальному режимі система автоматично зчитує інформацію з датчиків і передає її на сервер. У режимі обробки даних виконується фільтрація та аналіз отриманої інформації, а також її візуалізація для користувача. Режим технічного обслуговування дозволяє здійснювати оновлення програмного забезпечення, діагностику обладнання та його калібрування.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Передбачена можливість розширення функціональності системи шляхом інтеграції додаткових датчиків (наприклад, камер або тепловізорів) для підвищення точності підрахунку. Також можливе використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування відвідуваності. В майбутньому

система може бути адаптована для використання в різних сферах, таких як транспорт, безпека та управління потоками людей у великих приміщеннях.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна забезпечувати безперервну роботу протягом тривалого часу без збоїв. Вона повинна мати механізми самодіагностики та автоматичного відновлення зв'язку у разі його втрати. Всі компоненти повинні бути стійкими до зовнішніх впливів, таких як волога, пил або зміни температури. Дані мають зберігатися у хмарному сховищі з можливістю резервного копіювання.

Показники надійності системи віддаленого контролю кількості відвідувачів повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,8 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- автоматичний підрахунок кількості відвідувачів у режимі реального часу;
- передача отриманих даних на віддалений сервер для обробки;
- візуалізація зібраної інформації у вигляді графіків та звітів;
- збереження історичних даних для подальшого аналізу;
- надання адміністраторам можливості доступу до аналітичних даних через веб-інтерфейс.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- апаратна частина системи повинна включати мікроконтролерні пристрої з вбудованими модулями зв'язку Wi-Fi, давачі відстані або інші засоби детекції руху, сервер для обробки та зберігання даних;

- обладнання повинно мати низьке енергоспоживання та бути адаптованим для безперервної роботи;
- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;
- елементна база по можливості має бути широкоживаною, доступною і дешевою. Необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

Вимоги до мікроконтролера:

- мікроконтролер має підтримувати RISC архітектуру команд;
- мікроконтролер повинен містити необхідний набір вбудованих периферійних пристроїв (таймери, АЦП і т.п.) та потрібну кількість керованих портів введення /виведення.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. структурна схема системи;
 2. схема електрична принципова;
 3. блок-схема алгоритму роботи програми.
 4. результати роботи системи;

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

5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання	27.01.2025 – 02.02.2025
2.	Аналіз технічного завдання, вимог до комп'ютерної системи, та можливих рішень поставленого завдання	03.02.2025 – 10.02.2025
3.	Розроблення структури, вибір апаратного забезпечення, проектування комп'ютеризованої системи	11.02.2025 – 28.02.2025
4.	Реалізація алгоритму, написання програмного забезпечення, тестування комп'ютеризованої системи	01.03.2025 – 01.05.2025
5.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	02.05.2025 – 11.05.2025
6.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	12.05.2025 – 08.06.2025
7.	Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами	09.06.2025 – 15.06.2025
8.	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2025 – 22.06.2025
9.	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	25.06.2025

6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

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

Додаток Б

Перелік елементів

[illegible]

					КС КРБ 123.262.00.00 ПЕ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив		Шмігель А.П.			Пристрій для віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технології Перелік елементів				Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевірів		Осуківська Г.М.									73	1	
Рецензент		Шимчук Г.В.							ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41				
Н. Контр.		Луцик Н.С.											
Зав. каф.		Осуківська Г.М.											

Додаток В

Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера ESP8266 для реалізації системи віддаленого контролю кількості відвідувачів на основі IoT технологій

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Blynk.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#define SCREEN_WIDTH 128    // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64    // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1       // Reset pin # (or -1 if sharing NodeMCU
                             reset pin)
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
                           OLED_RESET);

char auth[] = "xxxxxxxxxxxxxxxx";           // You should get Auth Token
in the Blynk App.
char ssid[] = "xxxxxxxxxxxxxxxx";           // Your WiFi credentials.
char pass[] = "xxxxxxxxxxxxxxxx";

#define inSensor 12  // D6
#define outSensor 14 // D5

int inStatus;
int outStatus;
int countin = 0;
int countout = 0;
int in;
int out;
int now;

#define relay 0 //D3
WidgetLED light(V0);

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  delay(1000); // wait a second
```

```

    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //initialize with the
I2C addr 0x3C (128x64)
    delay(2000);
    pinMode(inSensor, INPUT);
    pinMode(outSensor, INPUT);
    pinMode(relay, OUTPUT);
    digitalWrite(relay, HIGH);

    Serial.println("Visitor Counter");
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(20, 20);
    display.print("Visitor");
    display.setCursor(20, 40);
    display.print("Counter");
    display.display();
    delay(3000);
}

void loop()
{
    Blynk.run(); // Initiates Blynk
    inStatus = digitalRead(inSensor);
    outStatus = digitalRead(outSensor);
    if (inStatus == 0) {
        in = countin++;
    }

    if (outStatus == 0) {
        out = countout++;
    }

    now = in - out;

    if (now <= 0)
    {
        digitalWrite(relay, HIGH);
        light.off();
        display.clearDisplay();
        display.setTextSize(2);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(0, 15);
        display.print("No Visitor");
        display.setCursor(5, 40);
    }
}

```

```

    display.print("Light Off");
    display.display();
    Serial.println("No Visitors! Light Off");
    delay(500);
}
else
{
    digitalWrite(relay, LOW);
    light.on();

    display.clearDisplay();
    display.setTextCursor(WHITE);

    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(15, 0);
    display.print("Current Visitor");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(50, 15);
    display.print(now);

    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(0, 40);
    display.print("IN: ");
    display.print(in);

    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(70, 40);
    display.print("OUT: ");
    display.print(out);

    display.display();
    Serial.print("Current Visitor: ");
    Serial.println(now);
    Serial.print("IN: ");
    Serial.println(in);
    Serial.print("OUT: ");
    Serial.println(out);
    delay(500);
}
Blynk.virtualWrite(V1, in); // Visitors In
Blynk.virtualWrite(V2, out); // Visitors Out
Blynk.virtualWrite(V3, now); // Current Visitors
delay(1000);
}

```