

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Радіотехнічний факультет
Кафедра радіотехнічних систем**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЖУК

«___» _____ 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Радіотехнічні комп'ютеризовані системи»

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**на тему: «Автоматична система контролю за кількістю покупок з
використанням радіоканалу»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи РС-01

Турчанінов Ігор Андрійович _____

Керівник:

К.т.н., доц. каф. РТС

Катін Павло Юрійович _____

Рецензент:

к.т.н., доц. каф. РІ

Мартинюк Сергій Євстафійович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра радіотехнічних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЖУК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Турчанінов Ігор Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Автоматична система контролю за кількістю покупців на основі радіоканалу.

керівник роботи, ктн доц, доц каф РТС Катін П.Ю.

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

затверджені наказом по університету від ----

2. Строк подання студентом роботи «__» _____ 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Кількість каналів управління -1 (передбачити декілька для контролю декількох відділів магазину або виходів); частотний діапазон - не ліцензований, до 2,4 ГГц; управління системою - програмне, без обмежень виду технологій; вартість складових частин до 2000 грн; вимоги щодо захисту каналу - не висуюються.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити):

опис призначення автоматичної системи контролю за кількістю покупців (АСККП) (прошу самостійно проробити це питання, в мене немає досвіду роботи з подібними системами);

огляд типів програмно-керованих радіоканалів для АСККП;

аналіз типових рішень щодо АСККП;

результати практичного макету-прототипу радіоканалу;

структурна, принципова, функціональна схема АСККП;

блок-схема алгоритму, або розробка програми АСККП;

питання електронної сумісності з типовими приладами, що працюють у торговій мережі.

За бажанням можна додати розрахунки надійності системи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):

5.1 структурна схема,

5.2 принципова схема,

5.3 складальний кресленик,

5.4 блок-схема алгоритму

6. Дата видачі завдання квітня 2024 р. _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	06.05–08.05	Розділ 1
2	Розробка та аналіз ТЗ	09.05–13.05	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення	14.05–20.05	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	21.05–22.05	Розділ 2
5	Проектування приладу	23.05–30.05	Розділ 3
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	31.05–04.06	Розділ 4

7	Оформлення документації	05.06–7.06	Креслен ня і додатки
---	-------------------------	------------	----------------------------

Студент Турчанінов Ігор Андрійович

Керівник Катін Павло Юрійович

АНОТАЦІЯ

Цей дипломний проєкт присвячен розробці та аналізу системи автоматичного підрахунку відвідувачів з використанням інфрачервоних датчиків та відеоаналітики. Текстова частина роботи складається з 60 сторінок, містить 23 ілюстрацій, 12 таблиць, 4 схематичних креслень, 5 додатки.

Мета проєкту полягає в створенні надійної та ефективної системи для точного підрахунку відвідувачів у комерційних та громадських просторах, що може сприяти кращому розумінню трафіку людей та оптимізації внутрішніх процесів закладу. В роботі використано методи цифрової обробки сигналів, програмування мікроконтролерів, а також методи машинного навчання для аналізу відеоданих.

Отримані результати демонструють, що розроблена система забезпечує високу точність підрахунку відвідувачів з мінімальною помилкою, порівняно з традиційними методами. Система здатна адаптуватися до різних умов експлуатації та може бути інтегрована з іншими системами управління будівлями.

Рекомендації щодо використання включають впровадження цієї системи в роздрібних торговельних мережах для оптимізації розкладу роботи персоналу та кращого розуміння піків відвідуваності. Також система може бути корисною в транспортних вузлах для моніторингу та управління потоками пасажирів.

Ключові слова: автоматичний підрахунок відвідувачів, інфрачервоні датчики, відеоаналітика, мікроконтролери, оптимізація бізнес-процесів, аналіз трафіку людей.

ANNOTATION

This diploma project is dedicated to the development and analysis of an automatic visitor counting system using infrared sensors and video analytics. The textual part of the work consists of 60 pages, contains 23 illustrations, 12 tables, 4 schematic drawings, and 5 appendices.

The aim of the project is to create a reliable and efficient system for accurately counting visitors in commercial and public spaces, which can contribute to a better understanding of people's traffic and optimize the internal processes of the institution. The work uses digital signal processing, microcontroller programming, and machine learning methods to analyze video data.

The obtained results show that the developed system provides high accuracy of visitor counting with minimal error compared to traditional methods. The system is able to adapt to different operating conditions and can be integrated with other building management systems.

Recommendations for use include the implementation of this system in retail chains to optimize staff schedules and better understand traffic peaks. The system can also be useful in transportation hubs to monitor and manage passenger flows.

Keywords: automatic visitor counting, infrared sensors, video analytics, microcontrollers, business process optimization, human traffic analysis.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

**на тему: «Автоматична система контролю за кількістю покупців на
основі радіоканалу»**

Київ – 2024 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень	2
Вступ	3
1 Огляд існуючих рішень. аналіз технічного завдання	6
1.1 Огляд та аналіз аналогів пристрою на ринку	9
1.2 Аналіз технічного завдання	15
2 Вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення	17
2.1 Розробка структурної схеми	17
2.2 Розробка схеми електричної принципової	20
2.3 Вибір елементної бази	22
3 Проєктування конструкції пристрою	38
3.1 Аналіз з точки зору технолога	38
3.2 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати	40
3.3 Вибір матеріалу ДП та припою	42
3.4 Розрахунок габаритів ДП	46
4 Аналіз працездатності приладу	53
4.1 Розробка алгоритму для програмного забезпечення пристрою	53
4.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність	56
Висновки	58
Перелік джерел посилань	60
Додаток А	62
Додаток Б	67

					РС-01.464518.011 ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Турчанинов І.А.				Автоматична система контролю за кількістю покупців на основі радіоканалу	Лім.	Лист
Перевірів	Катін П. Ю.						Листів
							1
							61
Н. Контр.	Попсуй В.І.				РС-01, РТФ		
Затвердив	Катін П.Ю.						

Додаток В	69
Додаток Г	70
Додаток Д	71

					РС-01.464518.011 ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматична система контролю за кількістю покупців на основі радіоканалу		
Розробив	Турчанинов І.А.						
Перевірів	Катін П. Ю.						
Н. Контр.	Попсуй В.І.						
Затвердив	Катін П.Ю.				РС-01, РТФ		
					Лім.	Лист	Листів
						1	61

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — друкована плата

ЕА — електронна апаратура

ЕП — електрична принципова

ЕРЕ — електрорадіоелементи

КД — конструкторська документація

РК — рідкокристалічний

ТЗ — технічне завдання

УЗ — ультразвуковий

I2C — назва послідовної шини даних

LCD — *liquid crystal display*

ІЧ — *Інфрачервоний*

АСККП — автоматична система контролю кількості покупців

					РС-01.464518.011 ПЗ	Лист
						2
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасному світі значне зростання чисельності населення та розширення урбанізованих територій веде до підвищення вимог до управління громадськими та комерційними просторами. Важливою компонентою ефективного управління є автоматизація систем, зокрема систем підрахунку відвідувачів, яка дозволяє отримувати точні дані для планування роботи закладів і забезпечення безпеки.

Визначення проблеми

З точністю визначення кількості відвідувачів пов'язані багато аспектів діяльності закладів, від персональної безпеки до маркетингової стратегії. Недоліки існуючих механічних або електронних систем часто включають великі витрати, складності у впровадженні та обмежену точність. Тому розробка ефективної, точної та доступної системи підрахунку відвідувачів залишається актуальною задачею.

Актуальність теми

Автоматизація процесу підрахунку відвідувачів важлива для оптимізації бізнес-процесів, покращення служби обслуговування клієнтів, а також для гарантування безпеки під час масових заходів. Сучасні технології надають нові можливості для створення більш точних та надійних систем, що робить цю тему надзвичайно актуальною.

Мета і завдання роботи

Мета даної дипломної роботи полягає в розробці мікроконтролерної системи автоматичного підрахунку відвідувачів на базі радіоканалу з використанням інфрачервоних датчиків. Для досягнення цієї мети були визначені наступні завдання:

- Проаналізувати існуючі системи підрахунку відвідувачів та їхні недоліки.
- Вибрати оптимальні компоненти для системи.

					РС-01.464518.011 ПЗ	Лист
						3
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розробити схему підключення та блок-схему алгоритму забезпечення для мікроконтролера.
- Здійснити інтеграцію системи та її тестування.
- Проаналізувати отримані результати та оцінити ефективність системи.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процес підрахунку відвідувачів в комерційних та громадських закладах. Предметом дослідження є мікроконтролерна система на базі інфрачервоних датчиків, призначена для автоматизації процесу підрахунку відвідувачів.

Методи дослідження

Для виконання дипломної роботи будуть застосовані методи аналітичного дослідження, проектування електронних схем, програмування мікроконтролерів, а також методи експериментального тестування і статистичної обробки даних.

Цей вступ задає фундамент для дослідження, визначаючи ключові напрямки роботи та методологічні підходи до вирішення поставлених завдань.

					РС-01.464518.011 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАДАННЯ

Системи автоматичного підрахунку відвідувачів використовуються у широкому спектрі застосувань і на основі різних технологій. Їх основне завдання — забезпечити точний облік кількості людей, які входять або виходять з певної локації. Важливість таких систем особливо зростає в контексті безпеки, управління простором, а також у різних маркетингових і аналітичних цілях. Розглянемо основні типи систем і деякі комерційні продукти на ринку.

1. Інфрачервоні датчики

Інфрачервоні датчики — одна з найпоширеніших технологій у системах підрахунку відвідувачів. Вони працюють за принципом виявлення змін в інфрачервоному випромінюванні, що відбувається коли людина пересікає датчик. Такі системи прості в інсталяції і відносно недорогі, але можуть мати обмеження у точності під час високої активності або в умовах великої кількості людей.

2. Відеоаналітика

Відеоаналітичні системи використовують камери і різний софт для розпізнавання облич або фігур людей для підрахунку кількості відвідувачів. Вони дозволяють не тільки підраховувати людей, а й аналізувати їхню поведінку, вік, стать та інші параметри. Однак такі системи дорожчі і вимагають складнішої налаштування та потужніших обчислювальних ресурсів.

3. Теплові датчики

Теплові датчики використовують тепловізійні камери для виявлення теплового випромінювання від тіла людини. Ця технологія дозволяє точно відслідковувати переміщення людей в умовах поганої видимості, таких як темрява або дим. Теплові системи корисні у великих, відкритих просторах, де інші технології можуть бути менш ефективними.

4. Ультразвукові датчики

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультразвукові датчики визначають відстань до об'єктів за допомогою ультразвукових хвиль. Вони можуть використовуватись для підрахунку людей, виявляючи зміни в отриманих сигналах коли людина перетинає датчик.

Порівняння різних типів датчиків для системи підрахунку відвідувачів знаходиться у таблиці 1.1, де червоним кольором відмічено мінуси використання саме цього датчику, зеленим - плюси, а сірим нейтральна характеристика, тобто не плюс і не мінус.

Таблиця 1.1 — Порівняльний аналіз різних типів датчиків для системи підрахунку відвідувачів

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметр	Інфра червоні датчики	Відеоаналіт ика	Тепло ві датчики	Ультр азвукові датчики
Точність	Висока, але залежить від умов навколишн ього середовищ а	Дуже висока, залежить від якості камер	Висока, незалежна від освітлення	Висока, але залежить від перешкод
Вартість	Низька	Висока	Висока	Середня
Складність установки	Проста	Складна (вимагає налаштування камер та ПЗ)	Середня (вимагає специфічн ого обладнанн я)	Проста
Вимоги до обслуговування	Низькі	Високі (потрібне регулярне технічне обслуговування)	Низькі	Низькі
Чутливість до умов навколишнього середовища	Середня (чутливі до освітлення та температур и)	Висока (чутливі до освітлення та перешкод)	Низька (працюют ь в будь- яких умовах)	Середня (можуть бути перешкоди в роботі)
Енергоспожива ння	Низьке	Високе	Середнє	Низьке

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Для цієї дипломної роботи будуть використовуватись інфрачервоні датчики, оскільки вони найкраще підходять для функціоналу пристрою. Інфрачервоні датчики забезпечують достатню точність підрахунку, прості в установці та налаштуванні, а також є відносно недорогими. Враховуючи їх високу ефективність та доступність, інфрачервоні датчики є оптимальним вибором для реалізації системи автоматичного підрахунку відвідувачів у цьому проєкті.

1.1 Огляд та аналіз аналогів пристрою на ринку

На рисунку 1.1 зображено лічильник відвідувачів *WF-210*

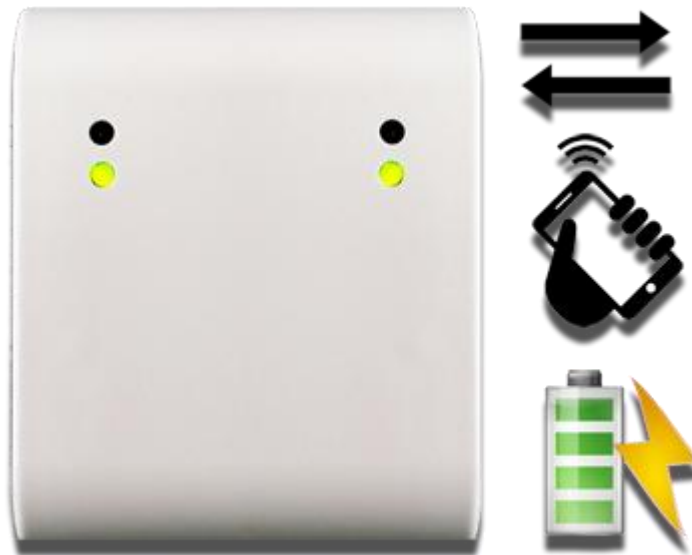


Рисунок 1.1 — Лічильник відвідувачів *WF-210* [1]

RegSys WF-210 – це двонаправлена система підрахунку відвідувачів, яка живиться від акумулятора і забезпечує можливість передавати дані статистики через Wi-Fi без потреби підключення до персонального комп'ютера.

Це автономне та компактне рішення оснащене вбудованою пам'яттю, яка зберігає дані про статистику незалежно від зовнішніх джерел живлення. Інформація про статистику переноситься в центральну базу даних MySQL

через Wi-Fi. Аналіз і обробка зібраних даних проходить через спеціалізований веб-сайт.

Основні переваги цієї системи включають її автономність та легкість встановлення. Не потрібно проводити кабелі чи здійснювати підключення до ПК. Статистика відвідувань доступна з будь-якого комп'ютера, підключеного до інтернету. Додатково, існує можливість автоматичного експорту даних статистики на власні програмні рішення через веб-сайт статистики.

Таблиця 1.1 — Технічні характеристики *WF-210*

Габарити	57x70x25 мм
Тип давача	інфрачервоний, горизонтальний
Режим підрахунку	двохнаправлений
Зберігання даних	на пристрої
Пам'ять	6 місяців
Дальність роботи (зона підрахунку)	1 – 5 метрів
Живлення	акумулятор 1400 мА, 4,2 В
Стандарт Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n
Тип антени	Вбудована
Налаштування параметрів роботи	Web, Android app.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РС-01.464518.011 ПЗ

Лист

9

На рис. 1.2 зображено Лічильник відвідувачів *GS-510*

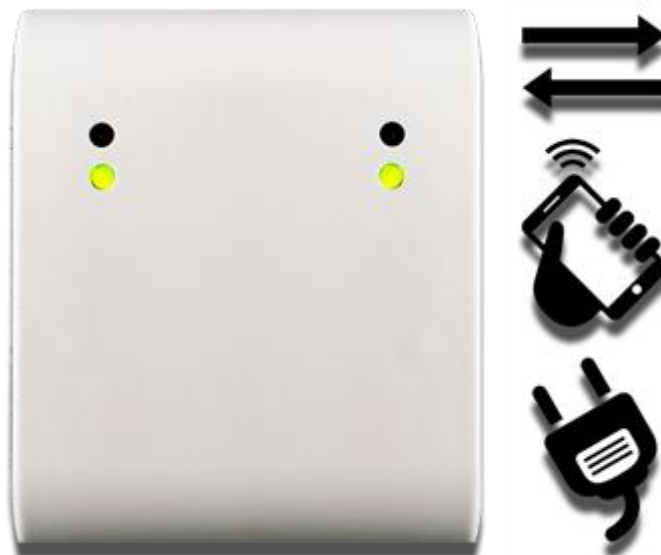


Рисунок 1.2 — Лічильник відвідувачів *GS-510* [2]

Модель *GS-510* — це двонаправлена система лічильника відвідувачів, яка працює від стаціонарного живлення та забезпечує передачу даних через GPRS-з'єднання без потреби в підключенні до комп'ютера.

Ця система є автономним і компактним рішенням для підрахунку відвідувачів. Вона включає в себе енергонезалежну пам'ять для незалежного зберігання статистичних даних.

Збережені дані про відвідування передаються на центральний MySQL сервер через GPRS. Аналіз та обробка статистичних даних відбувається на спеціалізованому веб-сайті.

Система оптимально підходить для використання в просторах, де не потрібно встановлювати кілька пар сенсорів і базових станцій.

Головними перевагами *GS-510* є її незалежність від персональних комп'ютерів та легкість встановлення, оскільки вона не вимагає прокладання кабелів або прямого підключення до ПК. Користувачі можуть доступатися до статистики з будь-якого інтернет-підключеного пристрою. Додатково, для тих, хто бажає інтегрувати ці дані в своє програмне забезпечення, існує опція автоматичного експорту даних з веб-сайту статистики.

Таблиця 1.2 — Технічні характеристики *GS-510*

Тип давача	інфрачервоний, горизонтальний
Напрямок підрахунку	визначається користувачем
Дальність роботи	1 – 10 метрів
Налаштування параметрів роботи	Web чи SMS
Час автономного зберігання статистики	до 6 місяців
Оновлення прошивки	через Web
Передача даних на сервер	GPRS
GPRS	Class 10
Тип антени	вбудована
Напруга живлення	від 9 до 24В
Колір	білий / чорний
Габарити	57 x 70 x 25 мм

Один з найдешевших аналогів лічильників на ринку на даний момент є Лічильник відвідувачів ТК-02, який зображений на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 - Лічильник відвідувачів ТК-02 [3]

Даний пристрій призначений для підрахунку відвідувачів у приміщені. Його особливістю є вбудований дисплей, на якому відображуються усі зібрані дані. Ця модель зберігає отримані дані впродовж 12 місяців, та на їх основі може видавати інформацію про найпродуктивнішу годину роботи за день, найбільш відвідуваний день в році або місяці, та іншу корисну інформацію. Також присутній режим відображення кількості відвідувачів в режимі реального часу.

Основними перевагами саме даної моделі є невисока ціна, велика зона підрахунку, відносно великий обсяг пам'яті, а також можливість переглянути дані відразу на пристрої.

До недоліків можна віднести лише відсутність можливості підключення до мережі Інтернет для передачі даних на сервер та їх подальшої обробки та аналізу.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики ТК-02

Маса	100 г
Габарити	120x60x25 мм
Тип давача	інфрачервоний
Режим підрахунку	двонаправлений
Зберігання даних	на пристрої
Пам'ять	12 місяців
Зона підрахунку	до 12 м
Живлення	від мережі, адаптер на 12 В

Даний тип лічильників використовується для підрахунку кількості відвідувачів у приміщенні, а також є можливість звукового сповіщення при появі відвідувача. Пристрій зображено на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 — Бездротовий лічильник відвідувачів *JR UNI* [4]

Ця модель лічильників відвідувачів відрізняється своєю бездротовою технологією і здатністю реєструвати потік людей лише в одному напрямку. Для забезпечення повноцінного функціонування пристрою знадобиться придбати спеціальні конектори даних. Ці конектори виконують роль «мосту», що дозволяє передавати зібрані дані від лічильника до мережі Інтернет.

Однією з ключових переваг цього лічильника є його простота у встановленні, що можливо завдяки використанню липкої стрічки та кронштейна, які не потребують особливих зусиль чи спеціалізованих навичок для монтажу. Бездротовий режим передачі даних також додає зручності, тим, що не має необхідності в прокладанні кабелів.

Тим не менш, пристрій має деякі обмеження, такі як однонаправленість, що не дозволяє підраховувати відвідувачів, які йдуть у протилежному напрямку, та невеликий обсяг внутрішньої пам'яті, що може бути недостатнім для зберігання даних протягом тривалого часу без періодичної синхронізації з базою даних. Це може створити додаткові незручності і потребує регулярної уваги до стану пам'яті пристрою.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист
13

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики бездротового лічильника відвідувачів *JR UNI*

Габарити	67x67x25 мм
Тип давача	Інфрачервоний
Режим підрахунку	Однонаправлений
Зберігання даних	На пристрої
Пам'ять	До 25-ти діб
Зона підрахунку	До 7 м
Живлення	3 батарейки типу АА

1.2 Аналіз технічного завдання

Для розробки ефективного пристрою автоматичного підрахунку відвідувачів важливо враховувати наступні аспекти технічного завдання:

Точність: Система має забезпечувати високу точність підрахунку, навіть у умовах високої прохідності та різноманітності типів фігур людей.

Швидкість обробки даних: Пристрій повинен швидко обробляти вхідні дані, щоб забезпечити швидке оновлення інформації про присутність відвідувачів.

Надійність у різних умовах: Система має функціонувати стабільно в різних умовах, включаючи різні світлові умови та температурні коливання.

Інтеграція з іншими системами: Продукт має бути сумісним з існуючими системами управління будівлями або системами безпеки.

Користувацький інтерфейс: Інтерфейс користувача має бути інтуїтивно зрозумілим, що дозволяє легко отримувати та аналізувати дані.

Вартість і обслуговування: Система має бути економічно ефективною з точки зору початкової вартості, витрат на установку та обслуговування.

З урахуванням цих параметрів, можна розробити технічне завдання, яке буде відповідати потребам ринку і задовольняти вимоги споживачів.

Ретельний аналіз існуючих рішень та чітке визначення технічних вимог є ключовими для створення конкурентоспроможного продукту в цій галузі.

1.4 Висновки

Підсумовуючи вищесказане по першому розділу та розглянувши наявні аналоги лічильників відвідувачів, можна зробити висновок, що використання інфрачервоних датчиків руху є найбільш доцільним для розробки нашого пристрою. Однак ці аналоги не можуть бути використані як система, що підраховує кількість людей у кожній кімнаті по всьому приміщенню, що є одним із важливих аспектів безпеки для великих приміщень з декількома кімнатами, доступними для звичайних відвідувачів. Таку систему було б доречно використовувати в торгових центрах, виставкових комплексах та музеях, де автоматичний підрахунок кількості людей необхідний для забезпечення безпеки та для маркетингових цілей компаній, наприклад, для визначення найвідвідуваніших кімнат або зон та тривалості перебування відвідувачів в них.

Для реалізації такої системи краще за все використовувати набір інфрачервоних датчиків, розташованих у кожній кімнаті чи зоні. Ці датчики реєструють рух людей у кожній окремій зоні та передають цю інформацію до центрального обробника даних. Центральний обробник аналізує дані з усіх датчиків, щоб визначити загальну кількість людей у приміщенні та їх розподіл по кімнатах.

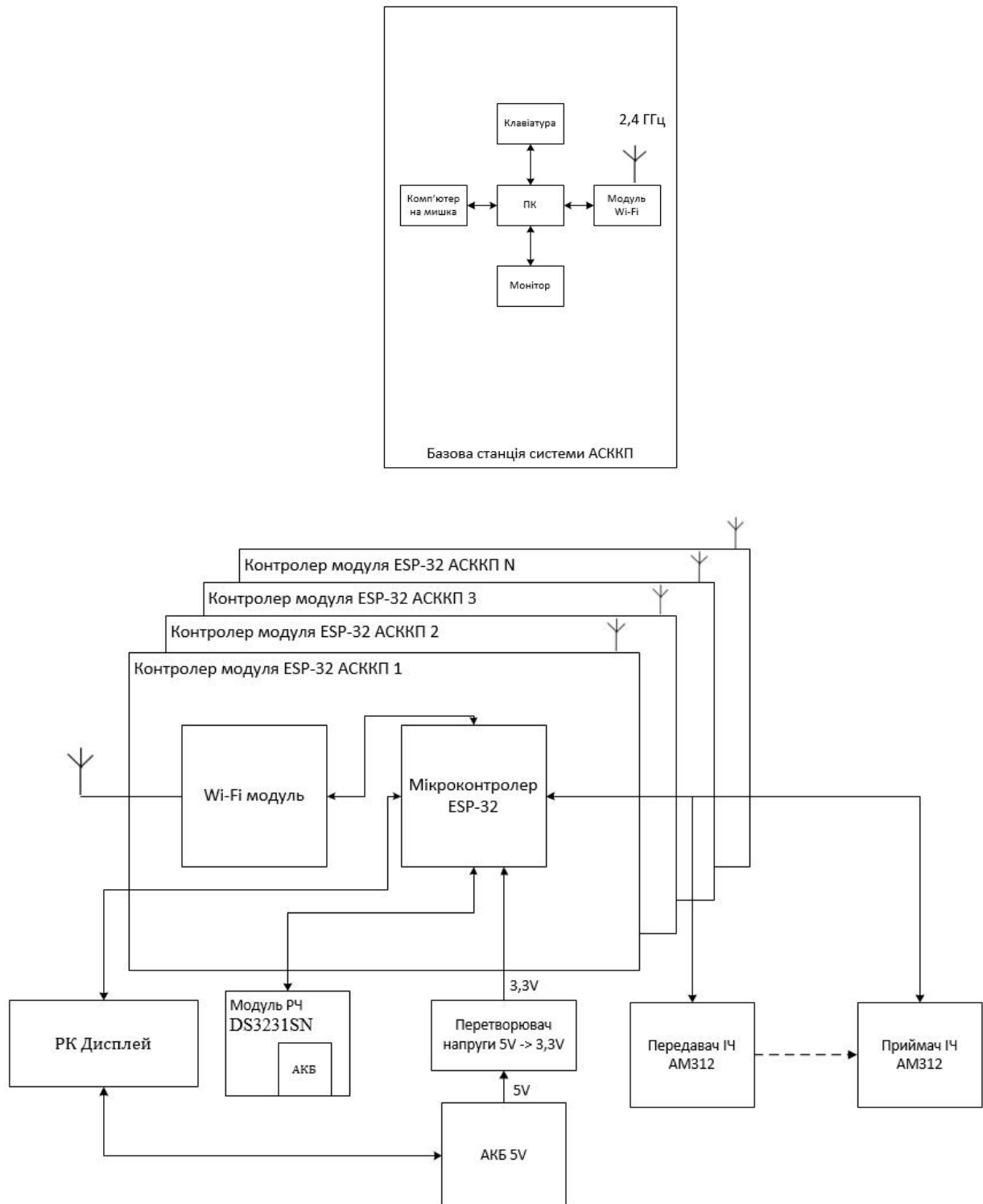
Така система дозволяє ефективно контролювати та відстежувати рух відвідувачів по всьому приміщенню, що є корисним в різних сферах, таких як магазини, офіси та управління будівлями. Крім того, вона може бути інтегрована з існуючими системами безпеки та аналізу даних для забезпечення комплексного підходу до контролю присутності відвідувачів.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						15
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

2.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема АСККП зображена на рис. 2.1.



Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РС-01.464518.011 ПЗ

Лист

16

Рисунок 2.1 — Структурна схема АСККП

Структурна схема пристрою зображена на рис. 2.2.

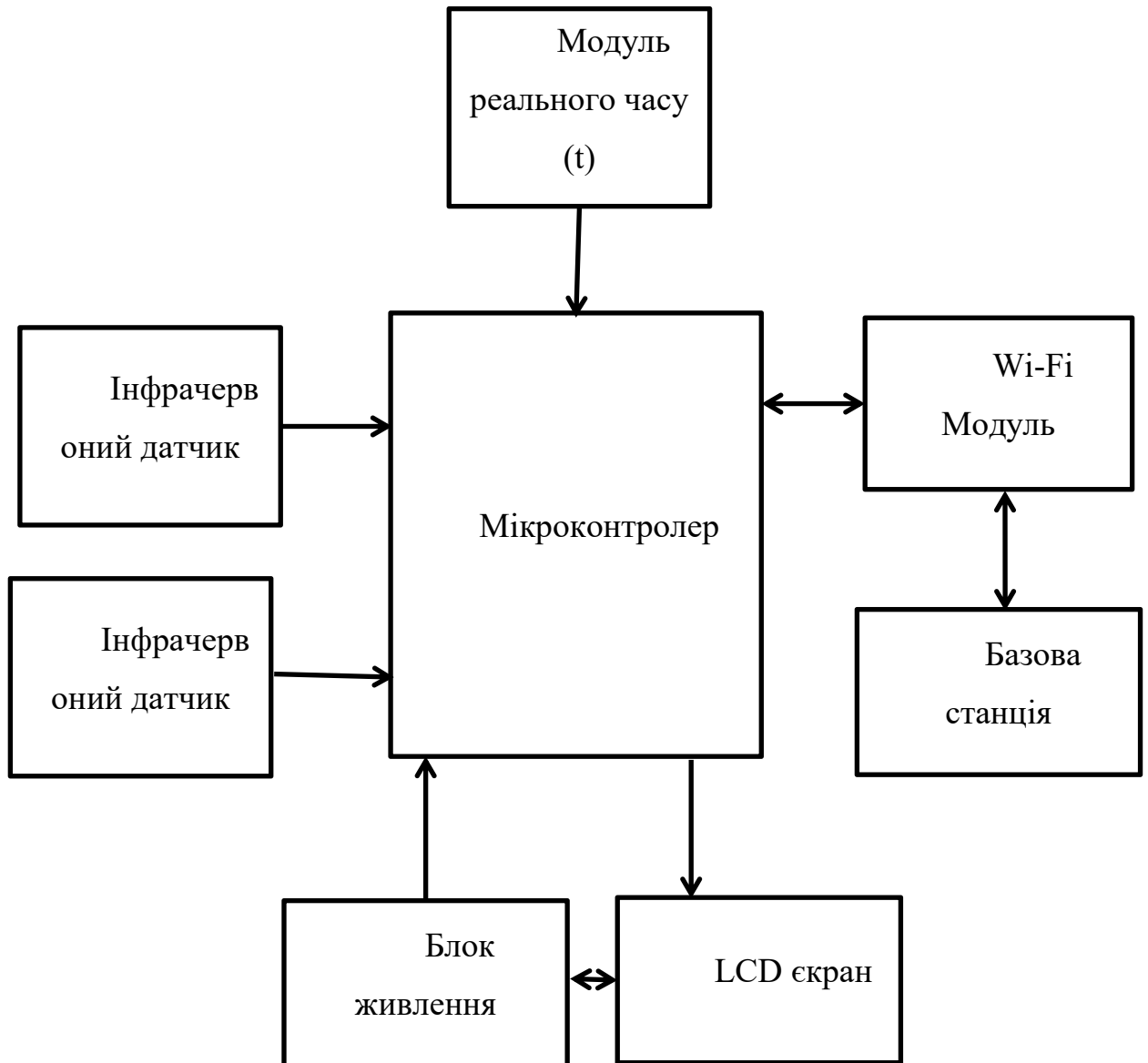


Рисунок 2.2 — Структурна схема пристрою

Принцип роботи системи:

Виявлення руху:

Інфрачервоні датчики виявляють рухи людей на вході та виході з кімнати.

Мікроконтролер ESP32 обробляє ці сигнали, підраховуючи кількість відвідувачів.

Відображення інформації:

Кількість відвідувачів виводиться на LCD дисплей кожного пристрою.

Передача даних:

Кожен пристрій через Wi-Fi модуль передає зібрані дані відвідувачів на центральний сервер у реальному часі.

Сервер отримує дані з усіх пристроїв і зберігає їх у базі даних.

Централізований аналіз та моніторинг:

Дані з усіх кімнат збираються та обробляються на центральному сервері.

Користувачі можуть переглядати інформацію через спеціалізований веб-інтерфейс або мобільний додаток, що дозволяє аналізувати кількість відвідувачів у різних приміщеннях у реальному часі.

Переваги системи:

Автономність:

Завдяки літій-іонним акумуляторам кожен пристрій може працювати незалежно від основного живлення.

Безпроводна передача даних:

Вбудований Wi-Fi модуль у ESP32 забезпечує бездротове з'єднання, що спрощує інсталяцію та експлуатацію системи.

Гнучкість та масштабованість:

Система легко масштабується, дозволяючи додавати нові пристрої для моніторингу додаткових приміщень.

Підтримка різних інтерфейсів (I2C, UART) дозволяє розширювати функціональність системи.

Реальний час та доступність даних:

Зібрані дані доступні у реальному часі, що забезпечує оперативне прийняття рішень та аналіз відвідуваності.

Пристрій розрахований на відстеження відвідувачів у приміщенні та реєстрацію їх руху в реальному часі. Для цього використовуються два

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

інфрачервоні датчики відстані, які розташовані на вході та виході. Вони дозволяють визначати напрямок руху відвідувача, спрацьовуючи послідовно залежно від напрямку руху. Для реєстрації часу та дати при вході в приміщення встановлюється модуль реального часу.

Висновки:

Щоб надати користувачеві доступ до інформації про відвідувачів у реальному часі, пристрій обладнаний LCD дисплеєм, на якому відображається поточна інформація. Також, пристрій має модуль Wi-Fi, який дозволяє передавати дані про дату та час відвідування на сервер для подальшого аналізу та обробки інформації. Мікроконтролер відповідає за зчитування даних з датчиків, їх обробку, відображення на дисплеї та передачу через модуль Wi-Fi для подальшого аналізу.

2.2 Розробка схеми електричної принципової

Схема електрично-принципова пристрою зображена на рис. 2.3.

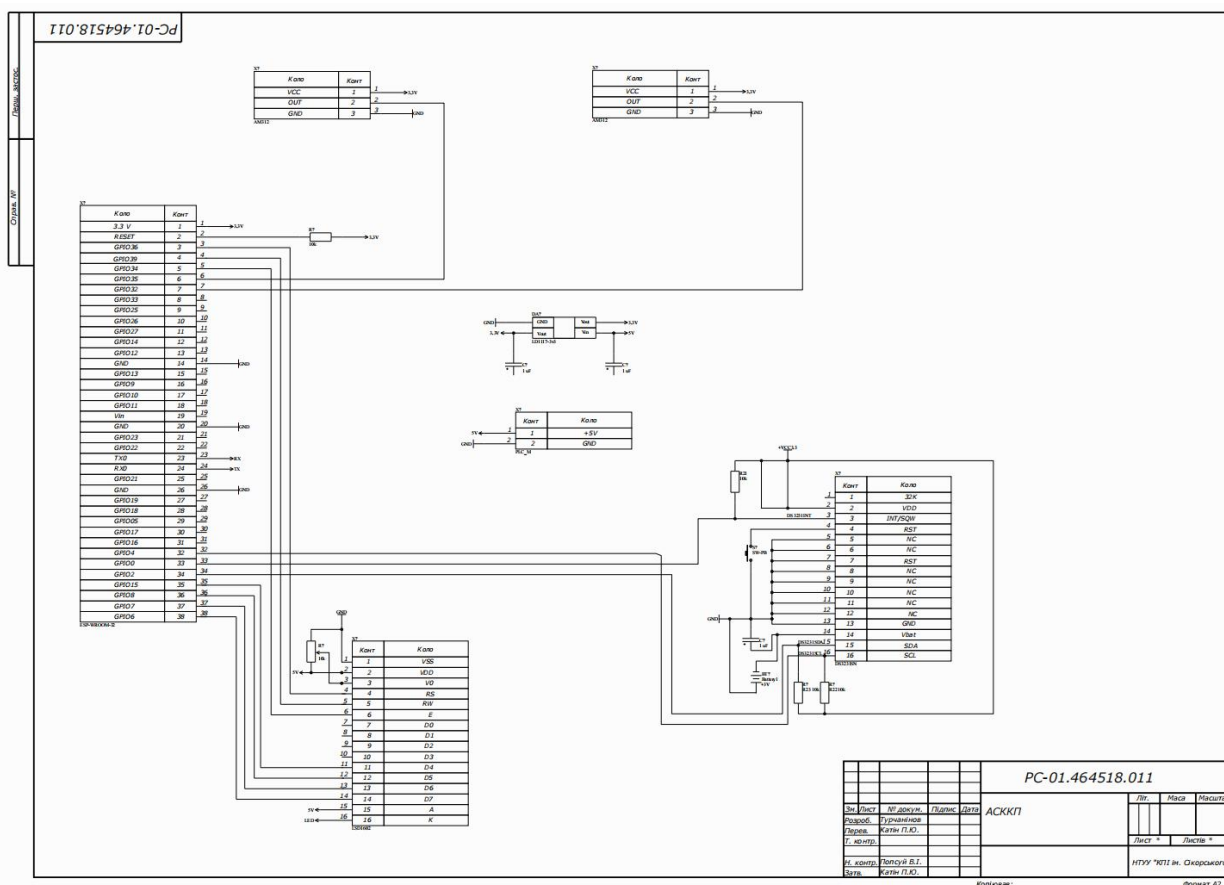


Рисунок 2.3 — Схема електрично-принципова [5]

В якості керуючого елемента пристрою було обрано мікроконтролер ESP-WROOM-32, оскільки у своїй ціновій категорії він має ряд переваг, таких як:

Вбудований модуль Wi-Fi

Зручне середовище програмування

Низьке енергоспоживання

Відносно високі обчислювальні характеристики

Функціонал та можливості використання модуля ESP-WROOM-32 повністю покриває потреби пристрою автоматичної системи керування кількістю покупців.

В якості інфрачервоних датчиків руху було прийнято рішення взяти ІЧ датчики руху AM312. Ці датчики працюють наступним чином: при виявленні руху вони генерують сигнал, який передається на мікроконтролер ESP32. Мікроконтролер обробляє цей сигнал для підрахунку кількості відвідувачів, які входять або виходять з приміщення.

Для відображення кількості відвідувачів в реальному часі було обрано LCD дисплей розміром 16x2 символів. На першому рядку дисплея буде виводитися кількість людей у приміщенні в даний момент часу, а в другому рядку — кількість людей, які пройшли у приміщення за весь час роботи. Також на екран буде виводитися інформація про процес калібрування пристрою.

В якості годинника реального часу було обрано модуль DS3231SN, що контактує з мікроконтролером за допомогою шини даних I2C. Модуль повертає дату та час проходження відвідувача, що дозволяє точно фіксувати моменти входу та виходу.

Живлення схеми забезпечується від літій-іонного акумулятора моделі Samsung INR18650-35E, який знаходиться в ніші для акумуляторів типу моделі 18650 та потім проходить через перетворювач напруги LD1117 з 5V до 3.3V.

Підключення компонентів:

Мікроконтролер ESP32:

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення: VCC до 3.3В, GND до землі.

Інтерфейс I2C: SDA до GPIO21, SCL до GPIO22.

Інфрачервоні датчики руху AM312:

Живлення: VCC до 3.3В, GND до землі.

Сигнал: Підключення до відповідних GPIO мікроконтролера.

LCD дисплей 16x2:

Живлення: VCC до 5В, GND до землі.

Інтерфейс I2C: SDA і SCL підключені до відповідних пінів мікроконтролера.

Модуль реального часу DS3231SN:

Живлення: VCC до 3.3В, GND до землі.

Інтерфейс I2C: SDA до GPIO21, SCL до GPIO22.

Висновок:

Електрично-принципова схема пристрою автоматичного підрахунку відвідувачів забезпечує ефективне та точне виконання всіх необхідних функцій. Використання мікроконтролера ESP32 з вбудованим Wi-Fi модулем дозволяє здійснювати бездротову передачу даних на сервер, а модулі реального часу та інфрачервоні датчики руху забезпечують точність і надійність системи.

2.3 Вибір елементної бази

Загальний огляд та опис пристрою:

Пристрій для автоматичного підрахунку відвідувачів буде складатися з кількох основних компонентів, які працюють разом, щоб забезпечити точне відстеження кількості людей, які входять і виходять з приміщення. Основними компонентами є інфрачервоні датчики руху, мікроконтролер ESP32, LCD дисплей, модуль Wi-Fi, літій-іонні акумулятори та перетворювач напруги. Кожен з цих елементів виконує свою важливу функцію у загальній роботі системи.

Вибір компонентів:

Інфрачервоні датчики руху:

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						21
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Інфрачервоні датчики використовуються для виявлення руху людей на вході та виході з приміщення. Вони працюють за принципом виявлення змін в інфрачервоному випромінюванні, що виникають при перетині проміння датчика людиною. Ці датчики розміщуються на дверних отворах і здатні визначати напрямок руху, що дозволяє визначати, чи людина входить чи виходить.

У цій дипломній роботі буде використовуватися інфрачервоні датчики руху АМ312. Ці датчики вибрані завдяки їхній компактності, низькому енергоспоживанню та високій чутливості. Датчики АМ312 ідеально підходять для автоматичного підрахунку відвідувачів завдяки таким характеристикам.

Зображення інфрачервоного датчику руху АМ312 показано на рис. 2.4

АМ312



Рисунок 2.4 — Інфрачервоний датчик руху АМ312 [6]

					РС-01.464518.011 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики інфрачервоного датчика руху АМ312

Робоча напруга	DC 2.7-12V
Статичне енергоспоживання	<0.1mA
Час затримки	2 секунди
Час блокування	2 секунди
Тригер	може повторюватися
Діапазон вимірювання	кут конуса 100 градусів, дистанція 3-5 м; (залежно від об'єктива)
Розмір	12 x 25 мм

Плата розробника ESP32:

Опис роботи плати розробника ESP32:

Як керуючий елемент було обрано плату розробника DEVKITV1 з 30-ма піновими роз'ємами на основі мікроконтролера ESP-32 від компанії Espressif.

Зображення цього модуля наведено на рис. 2.5



Рисунок 2.5 — Плата розробника ESP-WROOM-32 [7]

Зображення розположення пінів та схема електрично-принципова плати керування ESP-WROOM-32 знаходяться на рис. 2.6 та 2.7 відповідно

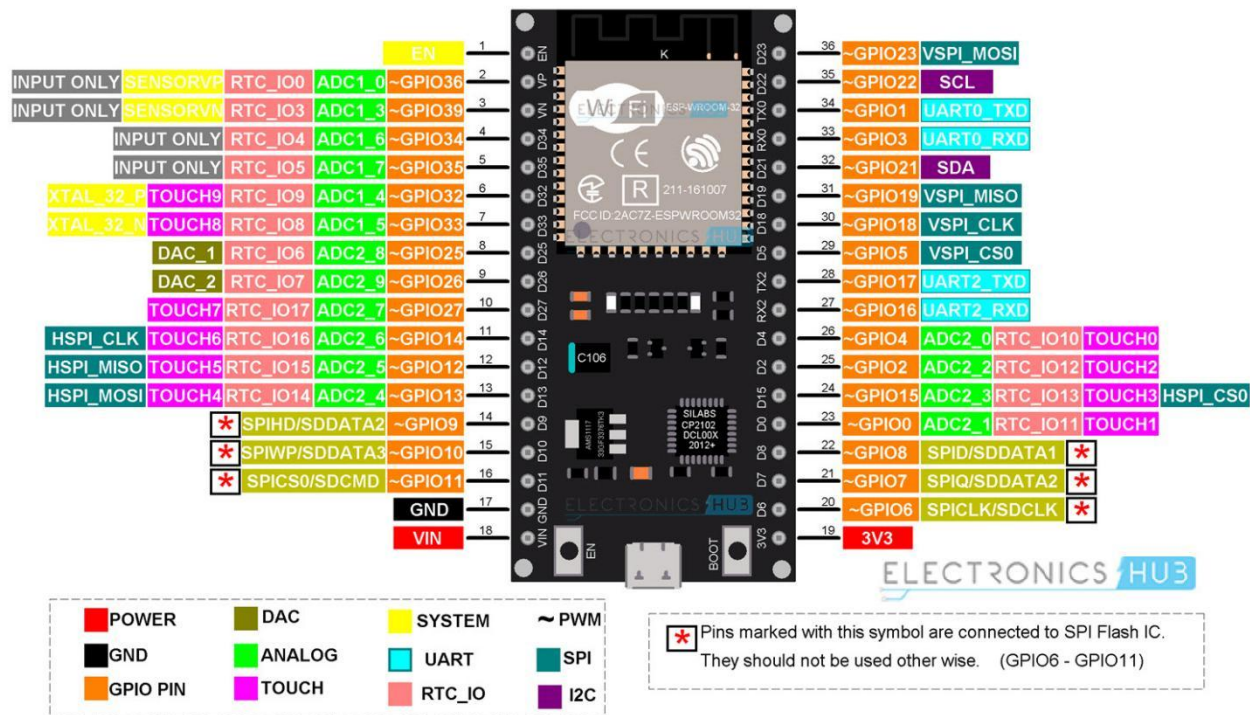


Рисунок 2.6 — Розположення пінів на платі розробника ESP-WROOM-32 [8]

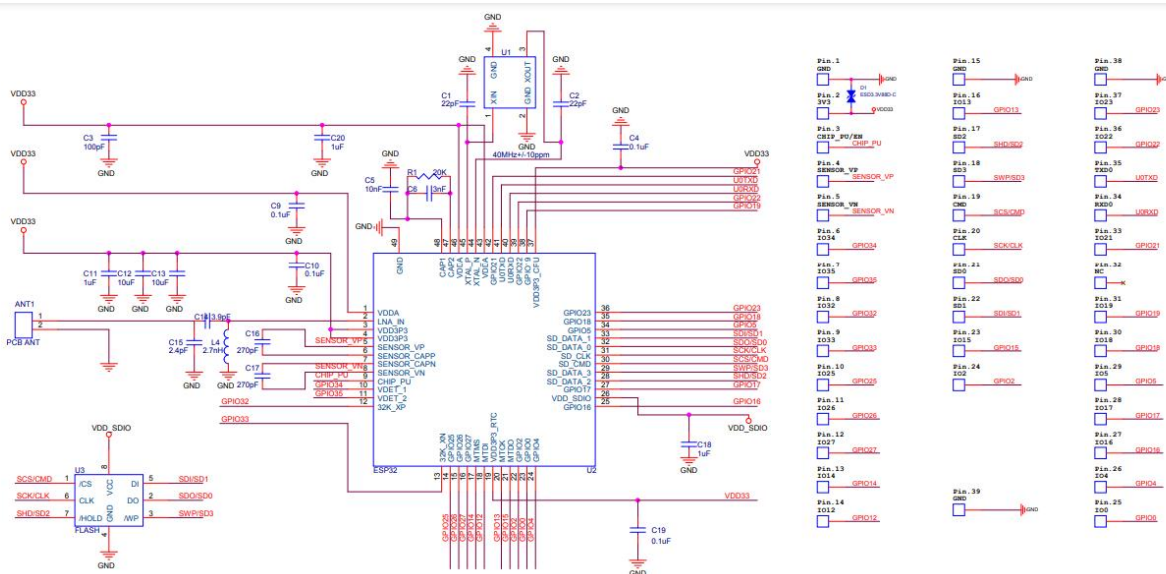


Рисунок 2.7 — Схема електрична-принципова плати розробника ESP32 [9]

ESP32 є платой розробника, яка має вбудовані Wi-Fi і Bluetooth модулі. Мікроконтролер, який вбудований в плату розробника ESP32 відповідає за обробку сигналів, які поступають від інфрачервоних датчиків, підрахунок кількості відвідувачів, і передачу зібраних даних на сервер через Wi-Fi. ESP32 також керує дисплеєм, який відображає інформацію на екрані.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

Основні характеристики модуля ESP32 зазначені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики ESP-WROOM-32

Розрядність мікроконтролера	32-бітний
Напруга живлення	5 В
Максимальний робочий струм	500 мА
Тактова частота	Від 80 МГц до 240 МГц
Діапазон робочих температур	-40 °С до +85 °С
Комунікаційні можливості	Bluetooth, Wi-Fi частотного діапазону 2,4–2,5 ГГц
Wi-Fi стандарти	FCC/CE/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
Апаратні засоби та інтерфейси	SD, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR
Розміри	52 x 28

Серед переваг цього модуля варто відзначити вбудований Wi-Fi, наявність стабілізатора напруги, а також конвертер, який знижує вхідну напругу до необхідних для мікроконтролера 3,3 В. Крім того, цей модуль має вбудований програматор, що значно спрощує процес його програмування. Окремо варто підкреслити низьке енергоспоживання мікроконтролера — до 20 мкА, що досягається завдяки гнучкій системі «сплячих» режимів.

LCD дисплей:

Для відображення інформації про кількість відвідувачів у реальному часі використовується LCD дисплей. Для цієї дипломної роботи можна використовувати 16x2 або 20x4 дисплей з I2C інтерфейсом, що спрощує підключення до мікроконтролера. Дисплей показує поточну кількість відвідувачів, дозволяючи легко відслідковувати їх у режимі реального часу.

У цьому дипломному проєкті буде використовуватися LCD дисплей 16x2. Цей дисплей має оптимальний розмір для розположення на пристрої, що дозволяє зручно відображати необхідну інформацію без зайвих енергозатрат та простору. Дисплей 16x2 може відобразити до 32 символів,

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		25

що є достатнім для базового інтерфейсу користувача, який включає відображення кількості вхідних та вихідних відвідувачів, а також інших основних даних. Зображення LCD дисплею 16x2 і2с знаходиться на рис. 2.8, характеристики цього дисплею знаходяться в табл. 2.3.

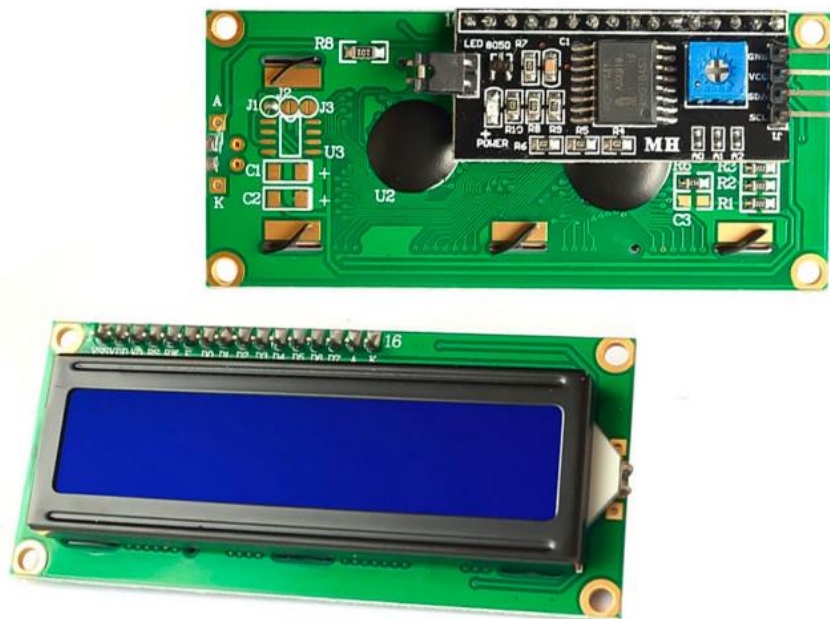


Рисунок 2.8 — LCD дисплей 16x2 і2с [10]

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики LCD дисплею 16x2 i2c

Напруга живлення	5 В
LCD-контролер	HD44780
Розміри	80 x 36мм
Робоча температура	0 ~ 50°C.
Колір підсвічування	блакитний
Колір символів	білий
Розмір символу	4.35 x 2.95мм
Формат	16 x 2.
Розміри точки	0.5 x 0.5 мм.
Інтерфейс	I2C

Модуль Wi-Fi:

Вбудований в ESP32 модуль Wi-Fi дозволяє передавати дані про кількість відвідувачів на сервер для подальшого аналізу та зберігання. Це забезпечує можливість віддаленого моніторингу та аналізу даних через спеціалізований веб-інтерфейс.

Зображення модуля Wi-Fi, який вбудований в ESP32 знаходиться на рис. 2.9



Рисунок 2.9— Модуль Wi-Fi, вбудований в ESP32

Використання вбудованого Wi-Fi модуля в ESP32 в дипломному проєкті:

Вбудований Wi-Fi модуль в мікроконтролері ESP32 відіграє ключову роль у реалізації дипломного проєкту, зокрема в системі автоматичного підрахунку відвідувачів. Цей модуль забезпечує бездротове з'єднання пристрою з мережею Інтернет, що дозволяє передавати зібрані дані на віддалений сервер для подальшого аналізу та зберігання.

У дипломній роботі Wi-Fi модуль буде використовуватися для наступних задач:

Передача даних:

Зібрані інфрачервоними датчиками руху дані про кількість відвідувачів будуть передаватися в реальному часі на сервер через Wi-Fi модуль. Це забезпечить доступ до даних з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету.

Зв'язок з базою даних:

Wi-Fi модуль забезпечить інтеграцію з базою даних, яка зберігає історію відвідувань, що дозволяє виконувати аналіз і створювати звіти.

Віддалене управління та моніторинг:

За допомогою Wi-Fi з'єднання, користувач зможе дистанційно налаштовувати та моніторити систему підрахунку відвідувачів через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Характеристики Wi-Fi модуля, вбудованого в ESP32 знаходяться в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики вбудованого Wi-Fi модуля в ESP32

Частотний діапазон	2,4–2,5 ГГц
Підтримка стандартів	IEEE 802.11 b/g/n
Сертифікація	FCC, CE, IC, TELEC, KCC, SRRC, NCC
Протоколи безпеки	WPA/WPA2
Протоколи мережі	TCP/IP
Режими роботи	AP (Access Point), Station, AP+Station
Підтримка підключень	Одночасне підключення до кількох пристроїв
Інтеграція з ПЗ	Платформа ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework)
Підтримка IoT протоколів	MQTT, HTTP
Енергоспоживання	Енергоефективна робота з режимами зниженого споживання

Літій-іонні акумулятори:

Для забезпечення надійного живлення пристрою автоматичного підрахунку відвідувачів на основі ESP-WROOM-32, рекомендується використовувати літій-іонні акумулятори типу 18650. Ці акумулятори мають високу щільність енергії та тривалий термін служби, що робить їх ідеальними для цього пристрою.

Використання літій-іонних акумуляторів:

Кількість акумуляторів: Для цього пристрою буде достатньо використовувати лише один акумулятор 18650, який буде вставлятися в спеціальну нішу для акумулятору. Це забезпечить стабільну напругу 3.7, що буде достатньо для автономної роботи пристрою.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист

29

Тримач для акумулятора: В цьому пристрої будуть використовуватись спеціальні тримачі для акумуляторів 18650, які забезпечують надійний контакт та безпеку. Тримачі також полегшують заміну акумуляторів.

Підключення до пристрою:

Напруга живлення: Акумулятори забезпечують стабільну напругу 3.7 В, яка є оптимальною для ESP32-S3-DevKitC-1-N8. Пристрій може працювати при напрузі від 2.7 В до 3.6 В, тому використання літій-іонного акумулятора 18650 є ідеальним рішенням.

Моніторинг напруги: Для моніторингу напруги акумулятора буде використовуватись аналоговий вхід ESP32. Це дозволить відстежувати рівень заряду та своєчасно повідомляти про необхідність зарядки. Також можна налаштувати програмне забезпечення мікроконтролера так, щоб воно попереджало користувача про низький рівень заряду.

Вибір акумуляторів для пристрою:

Провівши пошук по ринку акумуляторів, з усіх запропонованих, можна з точністю сказати, що акумулятор моделі Samsung INR18650-35E є найкращими для цього пристрою, так як його ємність є доволі високою, що є плюсом, так як пристрій зможе доволі довго працювати без підзаряджання. Також, цей акумулятор видає стабільну напругу, і є безпечними та надійними для цього пристрою. Зображення цього акумулятору можна побачити на рис. 2.10, в технічні характеристики на табл. 2.5

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.10 — Акумулятор моделі Samsung INR18650-35E [11]

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики Акумулятора Samsung INR18650-35E

Типорозмір	18650
Електрохімічна система	Li-ion
Форма батареї	Циліндрична
Напруга	4.2 В
Ємність	3500 mAh
Колір	Рожевий
Виробник	Samsung

Висновок про використання літій-іонних акумуляторів 18650 в пристрої:

Використання літій-іонних акумуляторів 18650 у цьому проєкті забезпечить надійне та тривале живлення. Акумулятор забезпечує необхідну ємність та стабільну напругу. Це дозволить пристрою працювати автономно

протягом тривалого часу, забезпечуючи безперебійну роботу системи контролю за кількістю відвідувачів.

Ніша для батарейки:

Для забезпечення надійного підключення та зручності використання літій-іонних акумуляторів у пристрої краще за все використовувати спеціальний тримач (нішу) для акумуляторів. Ніша забезпечить безпечне кріплення акумулятора та легкий доступ для заміни чи обслуговування.

Зображення даної ніші для акумуляторів є на рис. 2.11.



Рисунок 2.11 — Ніша для літій-іонних акумуляторів 18650 [12]

Технічні характеристики тримача для літій-іонних акумуляторів вказані в табл 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики тримача для літій-іонних акумуляторів

Тип акумулятора	Літій-іонний 18650
Кількість акумуляторів, що може бути розположено в тримачі	1
Матеріал	Пластик (ABS)
Вихідні контакти	Пружинні контакти для позитивного і негативного полюсів
Кріплення	Отвори для гвинтів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист
32

Розміри	Відповідно до стандарту 18650
Додаткові функції	Захист від зворотної полярності

Переваги використання тримача для акумуляторів:

Безпека і зручність: Пружинні контакти забезпечують надійне підключення та мінімізують ризик випадкового короткого замикання.

Легкість у використанні: Легкий доступ для заміни акумулятора дозволяє швидко замінити або обслуговувати акумулятори без необхідності складного демонтажу.

Захист: Ніша має захист від зворотної полярності, що запобігає пошкодженню електроніки при неправильному встановленні акумулятора.

Модуль реального часу:

DS3231SN — це високоточний модуль реального часу (RTC) з інтегрованим кварцовим генератором і температурно-компенсованим генератором. Цей модуль забезпечує високу точність вимірювання часу, навіть при зміні температури, завдяки вбудованій температурній компенсації.

Зображення даного модулю знаходиться на рис. 2.10 та на рис 2.11.

Технічні характеристики до цього модуля реального часу вказані в таблиці 2.8.

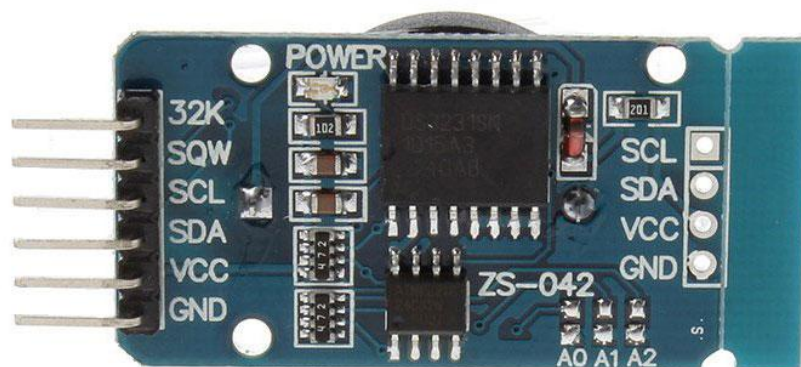


Рисунок 2.12 — Модуль реального часу DS3231SN (вигляд знизу) [13]

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		33

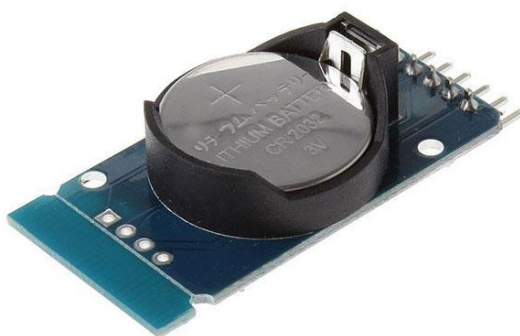


Рисунок 2.13 — Модуль реального часу DS3231SN (вигляд зверху) [13]

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики модуля реального часу DS3231SN

Висока точність	Похибка ± 2 хвилини на рік
Інтерфейс	Підтримка I2C
Живлення	3.0 В - 5.5 В
Запасний акумулятор	Можливість підключення CR2032
Діапазон робочих температур	-40°C до $+85^{\circ}\text{C}$
Вбудований кварцовий генератор	Стабільна робота та висока точність
Стабільність генератора (0°C до $+40^{\circ}\text{C}$)	± 2 ppm
Стабільність генератора (-40°C до $+85^{\circ}\text{C}$)	$\pm 3,5$ ppm
Точність датчика температури	$\pm 3^{\circ}\text{C}$
Будильники	Два програмованих будильники
Режими I2C	Стандартний (100 кГц) та Швидкий (400 кГц)
Споживання енергії	Низьке споживання від резервного джерела
Розміри	38 x 22 x 14

Переваги використання DS3231SN:

Точність: DS3231SN має значно вищу точність порівняно з багатьма іншими RTC модулями, що дозволяє точно відстежувати час навіть в умовах зміни температур.

Простота інтеграції: Інтерфейс I2C забезпечує легке підключення та програмування з використанням бібліотек для ESP32.

Автономна робота: Можливість підключення резервної батареї забезпечує збереження часу навіть при відсутності основного живлення.

Сумісність: Модуль працює в широкому діапазоні напруги живлення, що робить його універсальним для використання з різними мікроконтролерами.

Висновок про використання модуля реального часу DS3231SN в пристрої:

Модуль реального часу DS3231SN є ідеальним вибором для автоматичної системи контролю за кількістю покупців. Він забезпечує високу точність часу, низьке енергоспоживання, просту інтеграцію з мікроконтролером ESP32 через інтерфейс I2C, та підтримку резервного живлення. Додаткові функції, такі як налаштування будильників та програмований вихід імпульсів, підвищують функціональність пристрою. Широкий діапазон робочих температур забезпечує стабільність роботи в різних умовах, що робить цей модуль надійним та ефективним для використання у цьому проєкті.

Робота пристрою:

Пристрій працює таким чином: інфрачервоні датчики встановлюються на вході та виході з приміщення. Коли людина проходить через датчик, мікроконтролер ESP32 отримує сигнал і визначає напрямок руху. Мікроконтролер оновлює лічильник відвідувачів і відображає оновлену інформацію на LCD дисплеї. Одночасно з цим дані передаються через Wi-Fi на сервер, де вони зберігаються та обробляються для подальшого аналізу.

Переваги пристрою:

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						35
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Компактність: Використання ESP32 дозволяє значно зменшити розміри пристрою завдяки інтеграції Wi-Fi модуля.

Автономність: Літій-іонні акумулятори забезпечують тривалу роботу без необхідності постійного підключення до живлення.

Простота реалізації: Використання готових модулів, таких як TP4056 для заряджання і LCD дисплей з I2C інтерфейсом, спрощує розробку та налаштування пристрою.

Точність: Інфрачервоні датчики забезпечують високий рівень точності підрахунку відвідувачів.

Таким чином, пристрій забезпечить ефективний та надійний підрахунок відвідувачів з мінімальними затратами на реалізацію та експлуатацію.

					<i>РС-01.464518.011 ПЗ</i>	Лист
						36
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

3.1 Аналіз з точки зору технолога

Використання друкованої плати:

Друкована плата (PCB) є основним компонентом у створенні електронних пристроїв, включаючи проєкти на базі ESP32. Вона забезпечує надійне електричне з'єднання між компонентами та стабільну механічну підтримку. Використання друкованої плати дозволяє компактно розмістити всі необхідні компоненти, мінімізуючи їх розміри та вагу, що є критично важливим для портативних і автономних систем.

проектування плати

Процес проектування друкованої плати включає кілька етапів, з використанням програмного забезпечення Altium Designer:

Схемотехнічне проектування: На цьому етапі створюється електрична схема пристрою, яка визначає зв'язки між компонентами. У Altium Designer можна зручно розробити та перевірити схему, використовуючи бібліотеки компонентів.

Розміщення компонентів: Після створення схеми компоненти розміщують на платі так, щоб забезпечити оптимальні електричні характеристики та мінімізувати електромагнітні перешкоди. Altium Designer надає інструменти для точного розміщення компонентів з урахуванням механічних вимог та зручності монтажу.

Трасування друкованих доріжок: На цьому етапі проєктуються доріжки, що з'єднують компоненти відповідно до схеми. Важливо забезпечити мінімальний опір і індуктивність доріжок, уникати перехресних завад і забезпечити надійний контакт. Altium Designer дозволяє автоматизувати частину цього процесу та перевірити відповідність трасування стандартам.

Перевірка та верифікація: Після завершення проектування проводиться перевірка на відсутність помилок і відповідність вимогам. Це включає

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірку електричних з'єднань, механічних розмірів і відповідності стандартам виробництва.

Для даного проєкту обрано схему з невеликою кількістю елементів, що дозволяє використовувати односторонню друковану плату з наскрізним монтажем. Це спрощує як розробку, так і виробництво плати. Враховуючи обмежену кількість з'єднань, одностороння плата забезпечить необхідну функціональність та надійність.

Для зручності обслуговування та ремонту пристрою всі модулі будуть підключені через спеціальні штирьові мідні конектори. Зокрема, інфрачервоні датчики, модуль реального часу та плата мікроконтролера оснащуються конекторами типу «тато», що зображені на рис. 3.1, які будуть вставлятися у відповідні гнізда типу «мама», зображені на рис. 3.2 на друкованій платі. Це дозволить швидко та легко замінювати або оновлювати компоненти при потребі.



Рисунок 3.1 — Штирьовий конектор типу «тато» [14]



Рисунок 3.1 — Штирьовий конектор типу «мама» [15]

Для РК-дисплею, який буде використовуватися для відображення даних, буде розміщено чотири конектори типу «тато», що забезпечать надійне і зручне з'єднання.

Конектори від компанії KLS обрані через їхню доступність на українському ринку та економічну доцільність. Вони забезпечують надійне з'єднання та довговічність, що є критично важливим для стабільної роботи пристрою.

Плата буде закріплена в корпусі за допомогою механізму зацімлення. Це рішення дозволяє забезпечити стійке кріплення без додаткових елементів, але вимагає врахування відступів під час розрахунку габаритів друкованої плати. Це врахування дозволить забезпечити легкий доступ до плати для обслуговування та мінімізувати ризик механічних пошкоджень.

3.2 Обґрунтування методу виготовлення друкованої плати

Для виготовлення друкованої плати для його проєкту було обрано субтрактивний негативний метод. Цей метод є стандартним і широко використовується в промисловості для виготовлення друкованих плат.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист
39

Основою для цього методу є фольгований діелектрик, такий як FR-4 (склотекстоліт).

Приклад фольгованого склотекстоліту є на рис. 3.3.

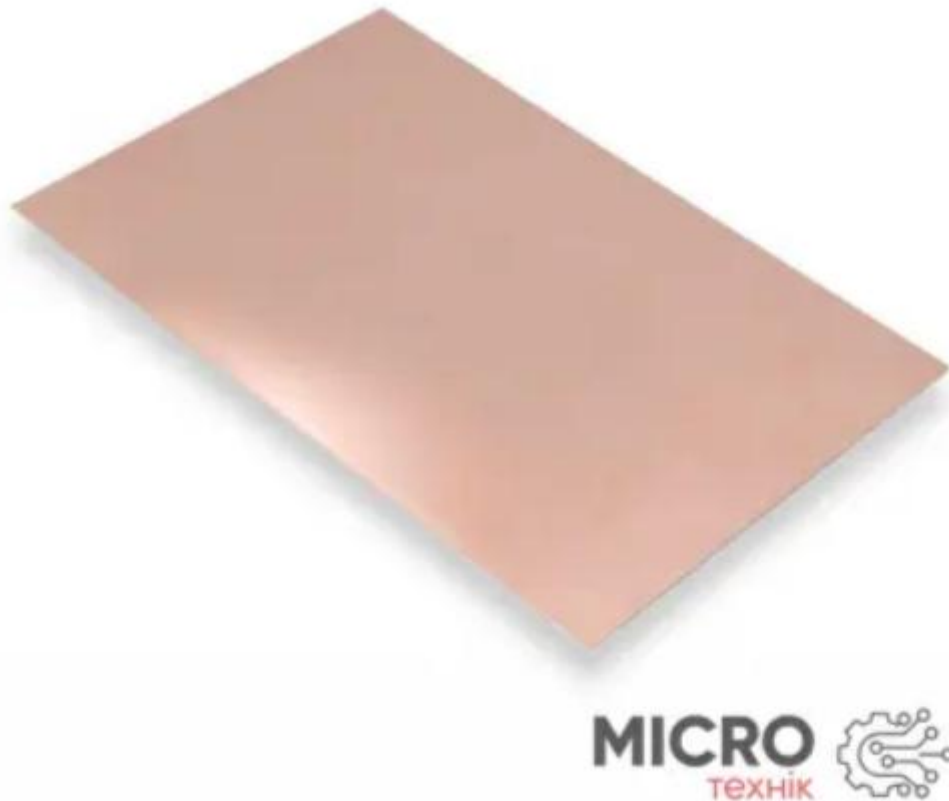


Рисунок 3.3 — Склотекстоліт фольгований FR4 [16]

Процес починається з нанесення сухого плівкового фоторезисту на поверхню мідної фольги, що покриває діелектрик. За допомогою ультрафіолетового випромінювання та фотошаблону формується захисна маска, яка повторює проектний рисунок провідників. Після експонування фоторезист проявляється, і відкриті ділянки мідної фольги піддаються травленню спеціальним хімічним розчином. Це видаляє мідь з тих ділянок, які не захищені фоторезистом, залишаючи провідниковий рисунок на платі. Після завершення процесу травлення залишки фоторезисту видаляються.

Перевагами цього методу є:

Відносна простота виготовлення, яка дозволяє знизити витрати на виробництво.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РС-01.464518.011 ПЗ

Лист
40

Висока точність відтворення рисунка провідників, що забезпечує надійність та стабільність роботи електронного пристрою.

Можливість виготовлення як односторонніх, так і багатошарових друкованих плат.

Недоліком субтрактивного методу є нераціональне використання міді, оскільки під час травлення значна частина мідної фольги видаляється і не може бути повторно використана. Однак для цього проєкту, що передбачає одиничне виробництво, цей недолік не є суттєвим, оскільки витрати на матеріали залишаються в межах допустимого бюджету.

Враховуючи переваги і недоліки, субтрактивний негативний метод є оптимальним вибором для виготовлення цього пристрою. Він забезпечує високу якість виготовлення друкованих плат при відносно низьких витратах, що є важливим для реалізації успішного проєкту.

3.3 Вибір матеріалу ДП та припою

Для виготовлення друкованої плати пристрою обрано склотекстоліт фольгований односторонній (FR-4). Цей матеріал є стандартом у виробництві друкованих плат завдяки своїм відмінним властивостям:

Товщина діелектрика: 1,5 мм – забезпечує достатню жорсткість та механічну міцність плати, що важливо для надійної роботи пристрою.

Товщина фольги: 35 мкм – забезпечує хорошу провідність та надійність провідників на платі.

Висока термостійкість: матеріал може витримувати високі температури, що виникають під час пайки компонентів.

Механічна міцність: склотекстоліт має високу міцність, що запобігає механічним пошкодженням плати під час експлуатації.

Високий поверхневий опір: це зменшує можливість коротких замикань та інших електричних проблем.

Низькі втрати на високих частотах: важливо для стабільної роботи електронних схем.

Вибір припою:

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						41
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Для паяння компонентів на друкованій платі обрано безсвинцевий припій типу SAC 305, який відповідає стандарту ISO 9453:2014 [17]. Цей припій складається з 96,5% олова (Sn), 3% срібла (Ag) та 0,5% міді (Cu).

Зображення цього припою знаходиться на рис. 3.4.



MICRO
TECHNIK

Рисунок 3.4 — Припій SAC305 [18]

Переваги вибору цього припою:

Екологічність: відсутність свинцю робить його більш безпечним для здоров'я та навколишнього середовища.

Міцність паяльних з'єднань: забезпечує надійні та довговічні з'єднання між компонентами і платою.

Сумісність з різними флюсами: дозволяє використовувати широкий спектр флюсів для поліпшення якості паяння.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист
42

Терmostійкість: забезпечує надійне з'єднання навіть при високих температурах експлуатації.

Вибір склотекстоліту FR-4 та безсвинцевого припою SAC 305 обумовлений вимогами до надійності, безпеки та екологічності. Ці матеріали забезпечують високу якість виготовлення друкованої плати, довговічність та стабільність роботи електронного пристрою, що є критично важливим для успішної реалізації проєкту.

Вибір класу точності плати

Для пристрою було обрано другий клас точності згідно з стандартом IPC-2221 [19]. Це оптимальний вибір через те, що плата володіє такими властивостями як:

Щільність монтажу: Пристрій має помірну кількість компонентів, де відстані між провідниками не є критичними.

Надійність: Другий клас забезпечує необхідну надійність для побутових та промислових пристроїв.

Вартість: Вибір другого класу знижує витрати на виготовлення плати.

Процес виробництва: Другий клас точності відповідає можливостям стандартних виробничих процесів, таких як субтрактивний негативний метод.

Таким чином, вибір другого класу точності є обґрунтованим для цього Проєкту, забезпечуючи якість та економічну доцільність.

Проектування друкованої плати

Проектування друкованої плати пристрою здійснюється в програмному забезпеченні Altium Designer. Цей вибір обумовлений такими перевагами:

Інтуїтивний інтерфейс: Altium Designer пропонує зручний інтерфейс для створення схематичних та фізичних макетів друкованих плат, що значно спрощує процес проектування.

Потужні інструменти для трасування: Altium Designer оснащений розширеними інструментами для автоматичного і ручного трасування, що дозволяє точно і ефективно прокладати провідники між компонентами.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		43

Інтеграція з бібліотеками компонентів: Програмне забезпечення підтримує широку базу даних компонентів, що полегшує вибір і розміщення елементів на платі.

Візуалізація та перевірка: Altium Designer забезпечує візуалізацію готової плати у 3D форматі, що дозволяє провести детальну перевірку розміщення компонентів і їхніх з'єднань перед виготовленням.

Підтримка багатопшарових плат: Хоча цей проєкт передбачає використання односторонньої плати, Altium Designer також підтримує проектування багатопшарових плат, що дає можливість для подальшого розширення функціоналу пристрою.

Документування та експорт файлів: Програмне забезпечення дозволяє легко генерувати всі необхідні виробничі файли (BOM, файли свердління), що забезпечує точність і узгодженість на всіх етапах виготовлення плати.

Основні етапи проектування в Altium Designer:

Створення схеми: На першому етапі створюється схема електричних з'єднань, яка включає всі компоненти пристрою та їхні взаємозв'язки.

Розміщення компонентів: Компоненти розміщуються на макеті плати відповідно до схеми, з урахуванням їхніх фізичних розмірів та необхідності мінімізувати довжину провідників.

Трасування провідників: За допомогою інструментів трасування в Altium Designer прокладаються провідники між компонентами, з урахуванням правил проектування та електричних характеристик.

Перевірка та верифікація: Виконується перевірка правильності схеми та трасування, включаючи перевірку на електричні та механічні конфлікти.

Генерація виробничих файлів: Після успішної перевірки проєкту генеруються файли для виробництва друкованої плати, список матеріалів (BOM) та файли свердління.

Використання Altium Designer для проектування друкованої плати дозволяє значно підвищити якість та ефективність процесу проектування, забезпечуючи при цьому точність і надійність кінцевого продукту.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Розрахунок габаритів ДП

При проектуванні друкованої плати для нашого пристрою важливо врахувати всі необхідні елементи, розміщення компонентів та забезпечення зручності для монтажу і обслуговування. Основними факторами, що впливають на розміри плати, є габарити компонентів, розташування конекторів, необхідні зазори для пайки та відступи для кріплення плати в корпусі.

Вихідні дані для розрахунку:

Компоненти: Мікроконтролер ESP32, ультразвукові датчики, модуль реального часу, LCD-дисплей, різні пасивні компоненти (резистори, конденсатори).

Конектори: Для з'єднання модулів використовуються конектори типу «тато» та «мама».

Кріплення плати в корпусі: Плата кріпиться заземленням у корпусі.

Розміщення компонентів:

ESP32: Габарити плати 28 x 52 мм.

Інфрачервоні датчики: Розмір кожного датчика 12 x 25 мм.

Модуль реального часу: Габарити модуля 22 x 28 мм.

LCD-дисплей: Габарити дисплея 80 x 36 мм.

Перетворювач напруги: 25 x 11 мм.

Інші компоненти: Розміщення пасивних компонентів та конекторів потребує додаткового місця.

Між компонентами необхідно залишити зазор для пайки та зручності обслуговування, мінімум 5 мм.

Для кріплення плати в корпусі необхідно залишити відступи по 5 мм з кожного боку.

Підсумковий розмір плати:

Ширина:

Ширина плати визначається шириною найбільшого компонента, в даному випадку LCD-дисплея (80 мм).

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаємо зазори: 80 мм + 5 мм (зазор) + 5 мм (відступ для кріплення) = 90 мм

Довжина:

Виходячи з ергономічного розміщення елементів як на рис. 3.4 можна розмістити елементи на довжині всього 130 мм.

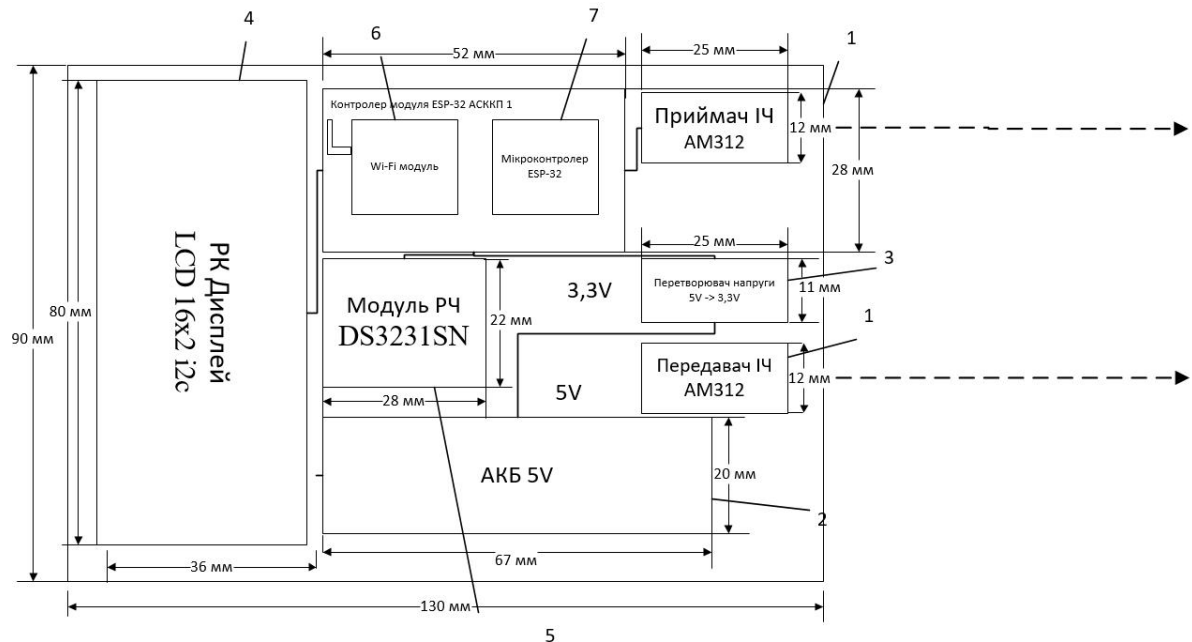


Рисунок 3.4 — Розташування компонентів на ДП

Підсумкові габарити плати:

Ширина: 90 мм

Довжина: 130 мм

Розраховані габарити друкованої плати складають 90 мм по ширині та 130 мм по довжині. Ці розміри забезпечують достатньо місця для розміщення всіх компонентів та конекторів, а також враховують необхідні зазори для пайки та кріплення плати в корпусі. Проектування друкованої плати буде здійснюватися в Altium Designer, що дозволить оптимально розмістити компоненти та забезпечити високу якість готового виробу.

Проектування корпусу приладу

Опис конструкції корпусу^

У поточній версії пристрою корпус не передбачається, однак у майбутньому корпус може бути доданий для покращення захисту

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		46

електронних компонентів та підвищення зручності користування. Розглянемо можливі варіанти матеріалів, з яких може бути виготовлений корпус, його встановлення, розміри та інші деталі.

Матеріали для корпусу:

Пластик:

Матеріал: Полікарбонат, акрил, ABS (акрилонітрил-бутадієн-стирол).

Переваги: Легкість, дешевизна, можливість створення складних форм методом лиття під тиском, хороша електроізоляція.

Недоліки: Може бути менш міцним у порівнянні з металом, нижча стійкість до високих температур.

Метал:

Матеріал: Алюміній, сталь.

Переваги: Висока міцність, ефективне тепловідведення, стійкість до механічних пошкоджень.

Недоліки: Вища вартість, складність в обробці, більша вага.

Комбіновані матеріали:

Комбінації: Металевий каркас з пластиковими панелями або навпаки.

Переваги: Поєднання міцності металу та легкості пластику, можливість оптимізувати витрати і покращити тепловідведення.

Встановлення корпусу:

Корпус буде встановлений на спеціальні кріплення або заціпки, які забезпечують надійну фіксацію плати і інших компонентів всередині. Це дозволить легко демонтувати корпус для ремонту або заміни компонентів. Кріплення можуть бути виконані у вигляді гвинтів або засувки, що спрощують процес складання та розбирання пристрою.

Розміри корпусу:

Розміри корпусу будуть визначені розмірами друкованої плати та додаткових компонентів. Для зручності обслуговування та забезпечення оптимальної вентиляції рекомендується залишити запас простору навколо компонентів. Приблизні розміри можуть бути такими:

Довжина: 150 мм

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина: 100 мм

Висота: 50 мм

Деталі конструкції

Вентиляційні отвори:

Будуть розташовані на верхній та нижній панелях корпусу для забезпечення природної вентиляції.

Можливе встановлення вентиляторів для примусового охолодження.

Роз'єми і інтерфейси:

На передній панелі будуть розташовані всі необхідні роз'єми для підключення живлення, датчиків та інших модулів.

Всі з'єднання будуть виконані через конектори типу «тато» та «мама», що дозволить легко замінювати компоненти.

Кріплення плати:

Плата буде кріпитися до корпусу за допомогою пластикових або металевих стійок, що забезпечують надійну фіксацію і запобігають пошкодженню компонентів під час транспортування.

Висновок:

Хоча в поточній версії пристрою корпус не передбачається, додавання корпусу в майбутньому може значно покращити захист компонентів і зручність користування пристроєм. Оптимальним вибором для корпусу можуть бути пластикові або металеві матеріали, що забезпечать необхідну міцність та ефективне тепловідведення. Завдяки ретельному Проєктуванню корпусу в Altium Designer, можна забезпечити високу якість виготовлення і надійність пристрою.

Установка та калібрування пристрою

Вибір місця для установки:

Приміщення: Вибирається відповідне приміщення, де пристрій буде використовуватися для моніторингу відвідувачів. Це може бути офіс, навчальна аудиторія, торговий центр чи будь-яке інше місце з підвищеною кількістю відвідувачів.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота установки: Пристрій встановлюється на висоті близько 1-1.5 метрів для оптимального виявлення відвідувачів.

Монтаж пристрою:

Кріплення: Пристрій можна кріпити до стіни за допомогою спеціальних монтажних кронштейнів або кріпильних гвинтів, або встановити спеціальну детекторну рамку, як на рис. 3.5, що буде слугувати входом та виходом для відвідувачів. Слід необхідно переконатися, що пристрій надійно закріплений і не піддається вібраціям або іншим механічним впливам.

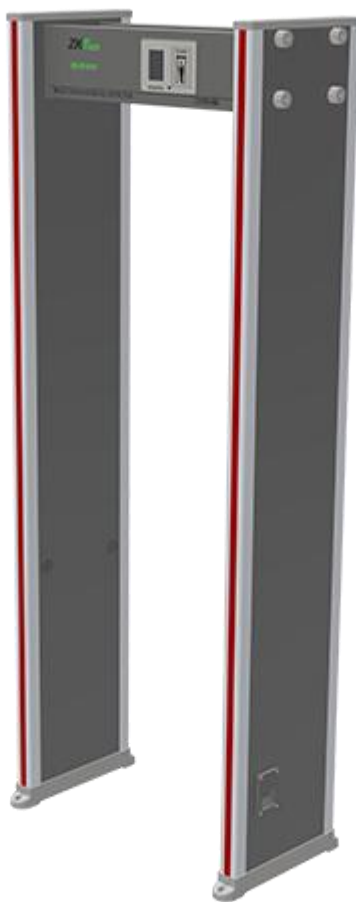


Рисунок 3.5 — Детекторна рама [20]

Підключення до мережі:

Живлення: Вставте акумулятор (5V, 1.5A), переконавшись, що напруга живлення відповідає технічним вимогам пристрою, у відповідну нішу для акумулятора.

Мережеве з'єднання: Підключіть пристрій до Wi-Fi або іншого джерела Internet, та з'єднайте з базовою станцією системи АСККП (сервером).

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PC-01.464518.011 ПЗ

Лист

49

Калібрування пристрою:

Початкова перевірка:

Увімкнення пристрою: Увімкніть пристрій та перевірте, чи працює він належним чином. Переконайтеся, що всі індикатори горять, а дисплей показує коректну інформацію.

Перевірка з'єднань: Переконайтеся, що всі модулі та сенсори підключені правильно і відповідають проектним специфікаціям.

Налаштування параметрів:

Програмування мікроконтролера: Завантажується програмне забезпечення на мікроконтролер ESP-WROOM-32 через середовище Altium Designer або інше відповідне програмне забезпечення.

Калібрування датчиків: Здійснюється калібрування інфрачервоних датчиків та інших сенсорів, слідуючи інструкціям. Це може включати налаштування чутливості, діапазону виявлення та інших параметрів.

Налаштування годинника реального часу: Встановлюється правильна дата та час на модулі реального часу. Переконайтеся, що годинник синхронізується з центральною системою або зовнішнім сервером часу.

Тестування системи:

Функціональні тести: Виконайте серію тестів для перевірки коректної роботи всіх компонентів. Наприклад, проведіть кілька людей перед датчиками та переконайтеся, що їх кількість правильно відображається на дисплеї.

Аналіз даних: Перевірте, чи правильно зберігаються та передаються дані про відвідувачів на ПК або інший центральний пристрій.

Фінальне налаштування:

Оптимізація: Внесіть необхідні корективи для оптимізації роботи пристрою. Це може включати регулювання положення датчиків, зміну програмних налаштувань або оновлення програмного забезпечення.

Документування: Задokumentуйте всі налаштування та процедури калібрування для подальшого обслуговування та можливих оновлень системи.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультразвукові датчики: дальність дії та установка

Дальність дії датчиків:

Діапазон: Ультразвукові датчики мають діапазон дії від 2 см до 400 см.

Це дозволяє ефективно виявляти об'єкти на відстані до 4 метрів.

Точність: Висока точність виявлення дозволяє надійно визначати наявність відвідувачів та їх кількість.

Розташування датчиків:

Позиціонування: Ультразвукові датчики повинні бути встановлені на висоті близько 1-1.5 метрів від підлоги для оптимального покриття простору перед ними.

Направлення: Датчики слід спрямовувати так, щоб їх поле дії охоплювало всю ширину проходу або дверного отвору, через який проходять відвідувачі.

Монтаж: Датчики закріплюються на стіні або на детекторній рамці за допомогою кронштейнів, що забезпечують їх стабільне положення і надійну фіксацію.

Дотримання цих рекомендацій дозволить забезпечити ефективну роботу системи виявлення відвідувачів та точне збирання даних про їх кількість.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РС-01.464518.011 ПЗ

Лист

51

4 АНАЛІЗ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИЛАДУ

4.1 Розробка алгоритму для програмного забезпечення пристрою

Розробка програмного забезпечення для пристрою підрахунку відвідувачів базується на використанні інфрачервоних датчиків, які виявляють перешкоди в дверному отворі, мікроконтролера, що обробляє дані з датчиків, і Wi-Fi модуля, який передає дані на сервер. Основною метою алгоритму є забезпечення точного підрахунку кількості відвідувачів, що входять і виходять з приміщення, а також відображення та зберігання цієї інформації для подальшого аналізу.

Основні етапи розробки алгоритму:

Ініціалізація системи:

1. Підключення необхідних бібліотек.
2. Встановлення початкових значень змінних.
3. Налаштування вхідних і вихідних пінів мікроконтролера для роботи з датчиками, дисплеєм і Wi-Fi модулем.

Калібрування датчиків:

1. Визначення, який з датчиків є вхідним. Для цього використовується змінна *Vhod*, яка залежить від результатів функції визначення перешкоди від кожного датчика.

Основний цикл роботи програми:

1. Зчитування даних з датчиків: Мікроконтролер зчитує значення відстані до перешкод з інфрачервоних датчиків.
2. Обробка даних з датчиків: Обробка зчитаних даних для визначення наявності перешкод у дверному отворі.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						52
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Перевірка наявності відвідувача: Визначення, чи є перешкода в дверному отворі (людина).
4. Оновлення лічильників: Збільшення або зменшення лічильників кількості відвідувачів залежно від напрямку їх руху.
5. Відображення даних на дисплеї: Виведення поточної інформації про кількість відвідувачів на екран.
6. Передача даних на сервер: Передача інформації про кількість відвідувачів, а також дату і час проходження через Wi-Fi модуль на сервер.

На рис. 3.6 показана детальна блок-схема роботи алгоритму пристрою.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						53
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

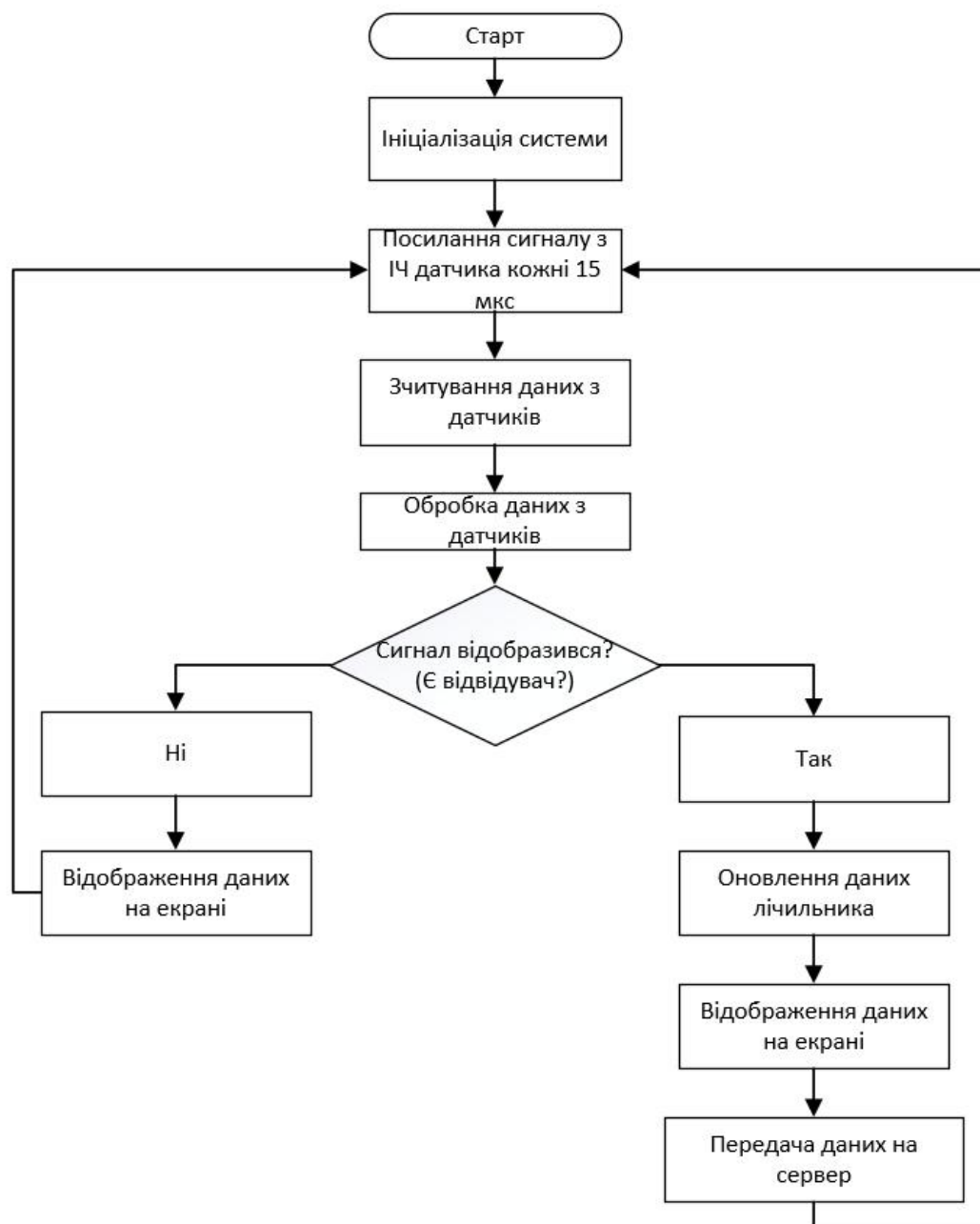


Рисунок 3.6 — Блок-схема алгоритму роботи пристрою

Розроблений алгоритм забезпечує точний підрахунок відвідувачів та передачу даних на сервер, що дозволяє зберігати та аналізувати інформацію для подальшого використання. Алгоритм включає етапи ініціалізації, калібрування, обробки даних, оновлення лічильників, виведення даних на дисплей та передачу їх на сервер. Використання інфрачервоних датчиків,

мікроконтролера та Wi-Fi модуля забезпечує надійну роботу пристрою та точність підрахунку відвідувачів.

4.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність

Сумарне енергоспоживання пристрою:

Мікроконтролер:

Напруга живлення: 3.3 В

Струм споживання: 20 мА

Споживана потужність:

$$P_{MCU} = 3.3 \text{ V} \times 20 \text{ mA} = 66 \text{ mW}$$

Інфрачервоні датчики (2 шт.):

Напруга живлення: 5 В

Струм споживання (кожного датчика): 50 мА

$$\text{Споживана потужність одного датчика: } P_{IR} = 5 \text{ V} \times 50 \text{ mA} = 250 \text{ mW}$$

$$\text{Споживана потужність двох датчиків: } P_{IR, \text{ total}} = 2 \times 250 \text{ mW} = 500 \text{ mW}$$

РК-дисплей:

Напруга живлення: 5 В

Струм споживання: 10 мА

$$\text{Споживана потужність: } P_{LCD} = 5 \text{ V} \times 10 \text{ mA} = 50 \text{ mW}$$

Wi-Fi модуль:

Напруга живлення: 3.3 В

Струм споживання: 170 мА

$$\text{Споживана потужність: } P_{WiFi} = 3.3 \text{ V} \times 170 \text{ mA} = 561 \text{ mW}$$

Загальне енергоспоживання:

Підсумуємо споживану потужність всіх компонентів, щоб визначити загальне енергоспоживання пристрою:

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						55
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{total}} = 66 \text{ mW} + 500 \text{ mW} + 50 \text{ mW} + 561 \text{ mW} = 1177 \text{ mW}$$

Отже, загальне енергоспоживання пристрою становить 1177 мВт.

Оцінка тривалості роботи від батареї

Для оцінки необхідної ємності батареї, щоб пристрій працював автономно протягом 24 годин, використаємо формулу:

$$E_{\text{battery}} = P_{\text{total}} \times T$$

$$E_{\text{battery}} = 1177 \text{ mW} \times 24 \text{ h} = 28.248 \text{ Wh}$$

Таким чином, для забезпечення безперебійної роботи пристрою протягом 24 годин, необхідно мати батарею з ємністю 28.248 Вт·год.

Висновок:

Ці розрахунки допомагають визначити необхідні характеристики джерела живлення для пристрою, а також оцінити його енергетичну ефективність. Загальне енергоспоживання становить 1177 мВт, а для забезпечення автономної роботи протягом 24 годин потрібна батарея з ємністю 28.248 Вт·год. Вибраний акумулятор відповідає цим вимогам і забезпечить надійну та стабільну роботу пристрою в умовах автономного живлення.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі дипломного проєкту проведено детальний огляд існуючих рішень та аналіз технічного завдання. Було розглянуто аналогічні пристрої, представлені на ринку, їх функціональні можливості та технічні характеристики. Проаналізовано сильні та слабкі сторони цих пристроїв, що дозволило визначити ключові вимоги та завдання для розробки власного пристрою.

Проведено порівняння існуючих аналогів з точки зору їх технічних характеристик, функціональних можливостей та вартості. Це дозволило виявити основні тенденції та вимоги, які повинні бути враховані при розробці пристрою.

На основі результатів аналізу аналогів було сформульовано технічне завдання на розробку пристрою вартістю до 2000 гривень та з частотним діапазоном до 2.4 ГГц. Визначено основні технічні параметри та функціональні вимоги, які повинен мати розроблюваний пристрій для задоволення потреб користувачів.

2. У другому розділі здійснено вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення для розроблюваного пристрою. Розглянуто різні варіанти схемотехнічних рішень та обрано оптимальне.

Розроблено структурну схему пристрою, яка відображає основні функціональні блоки та їх взаємозв'язки. Структурна схема дозволяє наочно побачити загальну архітектуру пристрою та визначити його основні компоненти.

Розроблено електричну принципову схему, яка детально описує електричні зв'язки між компонентами пристрою. Схема дозволяє забезпечити правильну роботу пристрою та запобігти можливим помилкам під час його складання та експлуатації.

Вибрано елементну базу для розроблюваного пристрою на основі плати керування ESP-32, враховуючи технічні вимоги та умови експлуатації.

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Обрано компоненти з високими характеристиками надійності та довговічності, що забезпечить стабільну роботу пристрою.

3. У третьому розділі виконано проектування конструкції пристрою з урахуванням вимог технологічності та зручності експлуатації.

Проведено аналіз конструкції з точки зору технолога, що дозволило визначити оптимальні способи виготовлення та монтажу елементів пристрою. Враховано всі технічні вимоги та особливості виробничого процесу.

Описано проєкт корпусу для пристрою. Корпус забезпечує захист електронних компонентів від зовнішніх впливів та зручність у користуванні. Описано матеріали, з яких може бути виготовлений корпус, та його конструктивні особливості.

4. В четвертому розділі проведено розрахунки що підтверджують працездатність пристрою, а саме сумарне енергоспоживання пристрою, та зроблено та описано блок-схему роботи алгоритму пристрою.

Загалом, в дипломному проєкті було виконано повний цикл розробки пристрою від аналізу існуючих рішень та формування технічного завдання до проектування електричних схем та конструкції корпусу. Виконані розрахунки та вибір компонентів дозволяють забезпечити надійну та ефективну роботу пристрою відповідно до заданих вимог.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. 1. Лічильник відвідувачів *WF-210*

<https://counters.com.ua/wi-fi-counters/wf-210/#:~:text=RegSys%20WF-210%20%20це%20двонаправлена,це%20автономне%20й%20компактне%20рішення.>

2. Лічильник відвідувачів *GS-510*

<https://counters.com.ua/gsm-counters/gs-510/#:~:text=Модель%20GS-510%20-%20Система%20підрахунку,це%20автономне%20й%20компактне%20рішення.>

3. Лічильник відвідувачів *TK-02*

<https://www.bezpeka-shop.com/ua/product/schetchik-posetiteley-tk-02/>

4. Бездротовий лічильник відвідувачів *JR UNI*

<https://ua.all.biz/uk/bezdrotovi-lichylnyky-vidviduvachiv-jr-uni-g4539376>

5. Altium Designer

<https://www.altium.com/ru>

6. Інфрочервоний датчик руху *AM312*

<https://radiostore.ua/products/mini-ik-piroelektricheskiy-infrakrasnyy-pir-datchik-dvizheniya>

7. Плата розробника *ESP-WROOM-32*

<https://arduino.ua/ru/prod2151-plata-razrabotchika-dlya-modylya-esp32>

8. Розположення пінів на платі розробника *ESP-WROOM-32*

<https://wiki.amperka.ru/products:esp32-wroom-wifi-devkit-v1>

9. Схема електрична-принципова плати розробника *ESP32*

<https://volfiq.ru/shop/nodemcu-32s/>

10. LCD дисплей *16x2 i2c*

<https://arduino.ua/ru/prod6188-lcd-1602-i2c-simvolnii-displei-16x2-sinii>

11. Акумулятор моделі *Samsung INR18650-35E*

https://batterex.com.ua/ru/rechargeable-batteries/18650_batteries/18650-samsung/18650_samsung_35e_3500mah

					РС-01.464518.011 ПЗ	Лист
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Ніша для літій-іонних акумуляторів 18650

<https://gsm-komplekt.ua/ua/product/59233/>

13. Модуль реального часу DS3231SN

<https://arduino.ua/ru/prod1142-real-time-clock-modyl-na-ds3231sn-bez-batareiki>

14. Штирьовий конектор типу «тато»

https://uamper.com/index.php?route=product/product&path=120&product_id=530&gad_source=4&gclid=CjwKCAjwmrqzBhAoEiwAXVpgonKQWDvWAOk_cKRJHnboNEM8PCt-FyWPOUCCnmAKF0v_hdJDZUGl0RoCkxcQAvD_BwE

15. Штирьовий конектор типу «мама»

https://arduino.ua/ru/prod943-konnektor-dvyhryadnii-2h20-pin-mama?utm_source=GoogleMerchant&utm_medium=Merchant&utm_campaign=Google&utm_content=SKV190

16. Склотекстоліт фольгований FR4

https://m-teh.com.ua/profil-svitlodiodniy-z200-17.9-kh-9-mm-1-metr./?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=max9&utm_term=&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwmrqzBhAoEiwAXVpgolStZ5K3JZ1WY8TNWyc1SovT-2EIZXpjF9FRCBMJLROs5zRv44XR2hoCIIoQAvD_BwE

17. Стандарт ISO 9453:2014

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88877

18. Припій SAC305

<http://surl.li/uoacy>

19. Стандарт IPC-2221

<https://uk.fmuser.net/content/?10637.html>

20. Детекторна рама

<https://zkstore.com.ua/ua/p1551790938-arochnyj-metalloderektor-ramka.html>

					PC-01.464518.011 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

К.т.н. ,доц. каф. Катін П. Ю.

Жук С.Я.

(керівник)

(завідувач кафедри)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

«Автоматична система контролю за кількістю покупців на основі
радіоканалу»

Київ – 2024 року

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва проєкту: «Автоматична система контролю за кількістю покупців на основі радіоканалу»

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою прикладної радіоелектроніки від «___» _____ 2024 р.

2 МЕТА ВИКОНАННЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Метою дипломного проєкту є розробка системи обліку відвідувачів, перевірка на працездатність та оформлення конструкторської документації.

За допомогою приладу можна автоматизувати процес підрахунку відвідувачів у приміщеннях, забезпечити точний облік кількості людей, що знаходяться всередині, а також вести статистику відвідувань для аналізу та оптимізації використання простору.

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Технічні характеристики

Напруга живлення схеми, 5 В;

Максимальний струм живлення, 1.5 А;

Тип з'єднання бездротове;

Канал зв'язку *Wi-Fi*, 2.4 ГГц.

3.2 Вимоги до надійності

Пристрій повинен бути відновлюваний і ремонтпридатний по ГОСТ 27.002-89.

Середнє напрацювання на відмову, не менше, 15000 годин ;

Середній час відновлення, не більше, годин: 2;

Середній строк служби 3 роки.

3.3 Вимоги до конструкції

Спосіб кріплення корпусу на стіну;

Матеріал корпусу пластик.

3.4 Вимоги до віброміцності

Резонансна частота друкованої плати, не менше, 250 Гц.

3.5 Вимоги до стандартизації та уніфікації

В конструкції повинні бути використані стандартні та уніфіковані вузли та деталі.

3.6 Умови експлуатації і вимоги до технічного обслуговування та ремонту

Кліматичне виконання приладу — УХЛ 4.1 (згідно з ГОСТ 15150-69):

- робоча температура від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$;
- гранична температура від $+1^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$;
- середнє значення вологості повітря 60% при температурі $+20^{\circ}\text{C}$;
- граничне значення відносної вологості повітря 80% при температурі $+25^{\circ}\text{C}$;
- робоче значення атмосферного тиску 104 кПа.

3.7 Вимоги до електромагнітної сумісності

Пристрій повинен відповідати вимогам по електромагнітній сумісності та індустриальним радіо завадам по ГОСТ 22505–97 (Технічний регламент №22).

3.8 Естетичні та ергономічні вимоги

Пристрій має бути виконаний в одному корпусі та передбачати кріплення на стіну.

Інші вимоги за ДСТУ 2429–94.

3.9 Вимоги до маркування та упаковки

Органи під'єднання маркувати відповідно до їх функціонального призначення. Маркування виконувати за ДСТУ 4171-2003.

3.10 Вимоги до транспортування і зберігання приладу

Транспортувати автомобільним, залізничним та авіаційним транспортом в упакованому вигляді.

Умови зберігання виробу — Л1 (згідно ГОСТ 15150–69).

3.11 Вимоги до експлуатації, зручності технічного обслуговування і ремонту

Виріб має відповідати умовам ГОСТ 15150–69, та має бути передбачено легкий доступ для ремонту.

3.12 Економічні показники

Прилад виготовляється для одиничного виробництва.

Забезпечити мінімальну вартість продукції.

4 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Документація оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

Конструкторська документація має містити у своєму складі:

- текстову документацію: пояснювальна записка, перелік елементів, специфікація на розроблені друковані вузли;
- графічну документацію: загальний обсяг має становити мінімум 3 листа А1 — це структурна схема пристрою, схема електрична принципова, креслення друкованих плат, складальне креслення друкованих вузлів, і плакат пристрою.

5 ОРІЄНТОВНИЙ ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

Вступ

1. Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання

2. Розробка структурної та принципової схеми

3. Проектування електронного модуля

4. Проектування приладу та розрахунки, що підтверджують

працездатність конструкції

Висновки

Перелік посилань

6 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

Дипломний проєкт виконується в 7 етапів.

Таблиця А.1 — Етапи дипломного проєкту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	06.05–08.05	Розділ 1
2	Розробка та аналіз ТЗ	09.05–13.05	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення	14.05–20.05	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	21.05–22.05	Розділ 2
5	Проектування приладу	23.05–30.05	Розділ 3

6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	31.05–04.06	Розділ 4
7	Оформлення документації	05.06–7.06	Креслення і додатки

7 ЕТАПИ ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ І МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗАКІНЧЕННЯ ЕТАПІВ І ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ В ЦІЛОМУ

Матеріали, що є проміжними, подаються у вигляді розділів дипломного проєкту на перевірку в зазначені терміни. Після закінчення виконання дипломного проєкту, цей проєкт представляється і захищається комісією.

Виконавець

_____ Ігор ТУРЧАНІНОВ

Керівник

_____ Павло КАТІН

ДОДАТОК Б. СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ДРУКОВАНИЙ ВУЗОЛ

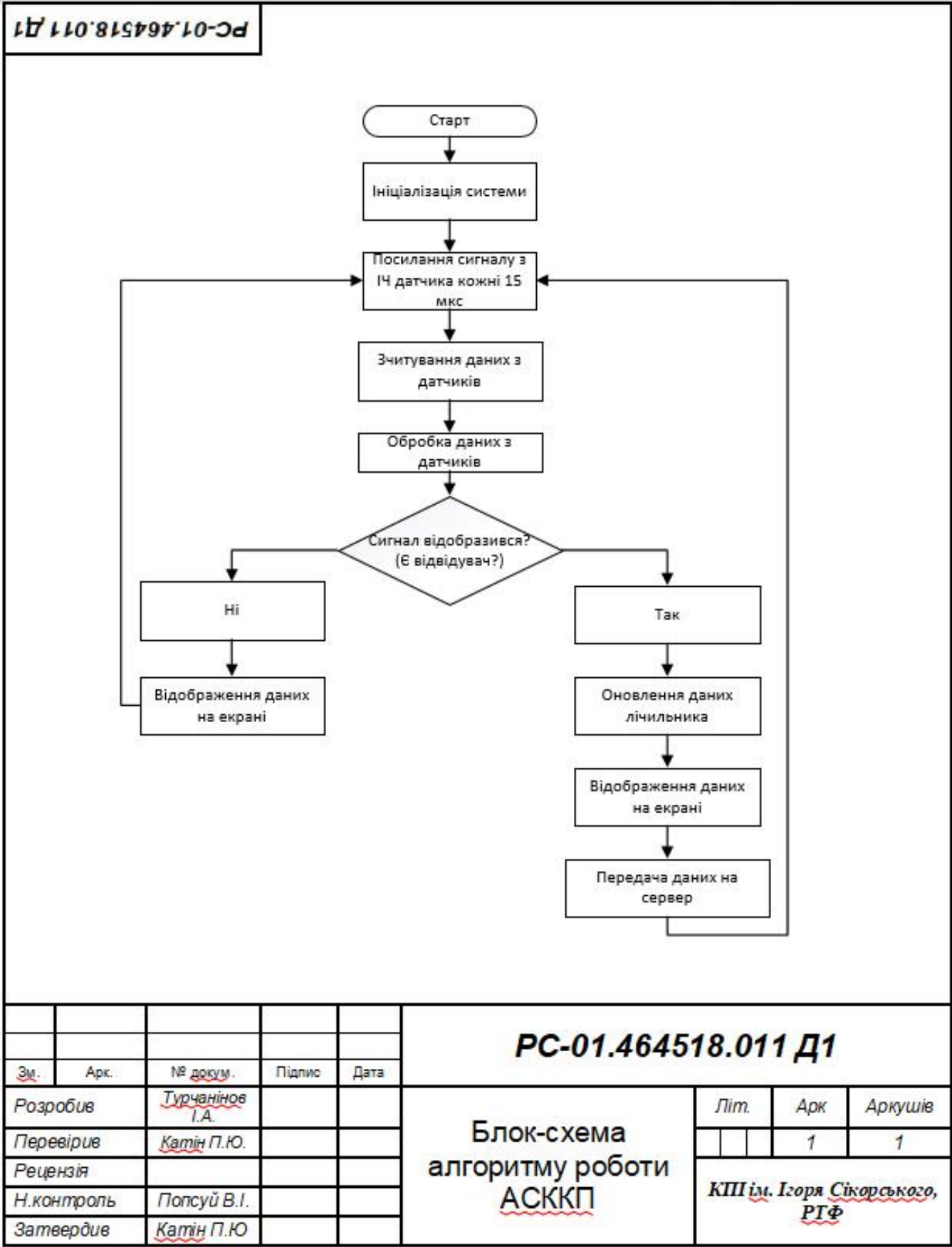
[illegible]

[illegible]

ДОДАТОК В. ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

[illegible]

ДОДАТОК Г. БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ



ДОДАТОК Е. ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання	2	
2	A3	РС-01.464518.011 П1	Схема електрична структурна	1	
3	A3	РС-01.464518.011 Е3	Схема електрична принципова	1	
4	A4	РС-01.464518.011 ПЗ	Пояснювальна записка	61	
5	A4	РС-01.464518.011 ПЕ	Перелік елементів	1	
6	A4	РС-01.464518.011 Д1	Блок-схема алгоритму	1	
7	A4	РС-01.464518.011	Специфікація на друкований вузол	2	

				ДП 464518.011		
	ПІБ	Підп	Дата			
	.					
Розробн.	Турчаніно в І.А.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листі в
Керівн.	Катін П. Ю.				1	1
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф.РТС Гр. РС-01	
Н/контр.	Попсуй В. І.					
Зав.каф.	Жук С.Я.					