

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

Радіотехнічний факультет

Кафедра прикладної радіоелектроніки

«На правах рукопису»
УДК 614.78

До захисту допущено:

В.о. зав. кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

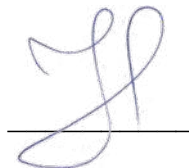
**за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
радіоелектронної техніки»**

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: «Система моніторингу та контролю закритих приміщень»

Виконав:

студент 2 курсу, групи РЕ-11мп
Ольшевський Олег Олександрович



Керівник:

Адаменко Юлія Федорівна



Рецензент:

Михайленко Максим Вікторович

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент



Київ – 2022 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

« » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студента

Ольшевського Олега Олександровича

1. Тема дисертації «Система моніторингу та контролю закритих приміщень»

науковий керівник дисертації: Адаменко Юлія Федорівна

затверджені наказом по університету від «09» листопада 2022 р. №4137-С

2. Термін подання студентом дисертації 11 грудня 2022 року

3. Об'єкт дослідження: система моніторингу та контролю закритих приміщень

4. Вихідні дані: контроль належної якості повітря, освітленості, температури, вологості, передача інформації від датчиків по мережі






5. Перелік завдань, які потрібно розробити по змісту: огляд аналогів, проектування структурної схеми керуючого пристрою, побудова схеми електричної принципової керуючого пристрою, розробка системи та рекомендації до застосування, висновки.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу презентація на 12 слайдів структурна схема та електрична принципова схема

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

9. Дата видачі завдання 05 вересня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання теми магістерської дисертації	05.09.2022р.	
2	Розробка плану магістерської дисертації	10.09. 2022р.	виконано
3	Початок збору інформації для дослідження	24.09.2022р.	
4	Огляд аналогів та можливостей	07.10.2022р.	виконано
5	Розробка структурної схеми	14.10.2022р.	
6	Розробка електричної схеми	21.10.2022р.	виконано
7	Розробка друкованої плати та програми	21.11.2022р.	
8	Формування вказівок та інструкцій по застосуванню	28.11.2022р.	виконано
	Оформлення магістерської дисертації	09.12.2022р.	

Студент



Олег ОЛЬШЕВСЬКИЙ

Науковий керівник



Юлія АДАМЕНКО

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 88 сторінках, містить 26 ілюстрацій, 17 таблиць, 8 джерел посилань, 13 додатків.

Актуальність теми зумовлена необхідністю автоматизованого контролю за станом закритих приміщень, зокрема за укриттями, для забезпечення їх готовності у будь-який момент бути використаними за призначенням.

Метою роботи є проектування та розробка системи контролю за приміщеннями. Основним завданням при проектуванні та розробці системи є забезпечення можливості її масштабування та застосування у різних видах приміщень. Для досягнення поставленої мети проаналізовано конкурентний ринок, у результаті проведеного аналізу були виставлені основні умови для розроблюваної системи. Відповідно цим вимогам були спроектовані функціональна, структурна та принципова схеми, було розроблено друковану плату та сформовані обов'язкові та рекомендовані умови та методи формування системи моніторингу та контролю закритих приміщень.

Об'єкт дослідження: система моніторингу та контролю закритих приміщень.

Предмет дослідження: складові системи моніторингу та контролю закритих приміщень, методичні вказівки щодо способу розміщення складових системи для різних приміщень, в залежності від площі, форми тощо.

Методи дослідження: для досягнення поставленої мети було розглянуто та проаналізовано доступні аналоги на ринку. Було здійснено аналіз ТЗ, спроектовано структурну схему та схему електричну принципову, програмну частину пристрою, а також конструкцію друкованої плати.

Практичне значення одержаних результатів: розроблено пристрій контролю що є складовою одиницею масштабованої цілісної системи моніторингу з зазначеними рекомендаціями для її впровадження (використання).

Ключові слова: віддалений доступ, датчик, закриті приміщення, TCP/IP конвертер, I2C шина, система IoT.

ABSTRACT

The work is completed on 88 pages, contains 26 illustrations, 17 tables, 8 reference sources, 13 appendices.

The topicality of the topic is due to the need for automated control of the condition of closed premises, in particular shelters, to ensure their readiness to be used for their purpose at any time.

The purpose of the work is the design and development of a room control system. The main task in the design and development of the system is to ensure the possibility of its scaling and application in various types of premises. To achieve the goal, the competitive market was analyzed, as a result of the analysis, the main conditions for the developed system were set. In accordance with these requirements, functional, structural and principle schemes were designed, a printed circuit board was developed, and mandatory and recommended conditions and methods of forming a system of monitoring and control of closed premises were formed.

Object of research: system of monitoring and control of closed premises.

The subject of the study: components of monitoring and control systems of closed premises, methodical instructions on the method of placing the components of the system for different premises, depending on the area, shape, etc.

Research methods: to achieve the goal, available analogues on the market were considered and analyzed. An analysis of the TK was carried out, a structural diagram and a diagram of the electrical principle, the software part of the device, as well as the design of the printed circuit board were designed.

Practical significance of the obtained results: a control device has been developed that is a constituent unit of a scalable integrated monitoring system with the specified recommendations for its implementation (use).

Keywords: remote access, sensor, closed room, TCP/IP converter, I2C bus, IoT system.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської дисертації

на тему: Система моніторингу та контролю закритих приміщень

Київ — 2022

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	11
ВСТУП	12
1 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА ВИБІР СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ .	14
1.1 Огляд можливих аналогів	14
1.1.1 Ajax Lifequality Jeweller.....	14
1.1.2 HWg-Ares14	16
1.1.3 Висновки	17
1.2 Проектування функціональної схеми розроблюваної системи.....	18
2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ	20
2.1 Проектування структурної схеми керуючого пристрою	20
2.1.1 Мережевий блок.....	20
2.1.2 Блок живлення.....	23
2.1.3 Основний мікроконтролер	23
2.1.4 Блок попереднього налаштування та налагодження.....	24
2.1.5 USB-інтерфейс	25
2.1.6 Буферний блок.....	25
2.1.7 Блок індикації	25
2.1.8 Комплекс датчиків	26

2.2 Побудова схеми електричної принципової керуючого пристрою.	26
2.2.1 Мережевий блок.....	26
2.2.2 Блок живлення.....	30
2.2.3 Основний мікроконтролер	30
2.2.4 Блок попереднього налаштування та налагодження.....	36
2.2.5 USB-інтерфейс	37
2.2.6 Буферний блок.....	37
2.2.7 Блок індикації.....	37
2.2.8 Базовий комплекс датчиків	38
2.3 Вибір матеріалів ДП, способу встановлення елементів, класу точності ДП, технології виготовлення плати.....	41
2.3.1 Розрахунок площі друкованої плати.....	44
2.3.2 Розрахунок мінімальної ширини провідників	45
2.4 Трасування друкованої плати	46
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЗАСТОСУВАННЯ	51
3.1 Висновки щодо апаратної складової розробки.....	51
3.2 Опис принципу роботи програми пристрою.....	52
3.2.1 Початок	53
3.2.2 Ініціалізація основного мікроконтролеру	53
3.2.3 Ініціалізація W3150A+.....	53
3.2.4 Встановлення параметрів мережі.....	54
3.2.5 LoopBack Service	54

3.2.6 Процес та спосіб програмування.....	55
3.3 Рекомендації по застосуванню в залежності від поставлених умов.....	56
4 СТАРТАП-ПРОЕКТ	58
4.1 Мета та завдання розділу	60
4.2 Зміст розділу.....	62
4.2.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)	62
4.2.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	64
4.2.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	64
4.2.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	66
4.2.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	67
4.3 Висновки	69
ВИСНОВКИ.....	70
Перелік джерел посилань	71
Додаток А Таблиця 4. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту	72
Додаток Б Таблиця 5. Технологічна здійсненність ідеї проекту	73
Додаток В Таблиця 7. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту	74
Додаток Г Таблиця 8. Фактори загроз	75
Додаток Д Таблиця 9. Фактори можливостей.....	76
Додаток Е Таблиця 10. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку	77

Додаток Є Таблиця 11. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером	80
Додаток Ж Таблиця 12. SWOT-аналіз стартап-проекту	81
Додаток З Таблиця 14. Визначення стратегії позиціонування.....	82
Додаток І Таблиця 16 . Формування системи збуту.....	83
Додаток Ї Таблиця 17 . Концепція маркетингових комунікацій.....	84
Додаток Г Перелік елементів.....	85
Додаток Г Відомості до магістерської дисертації	88

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

I2C — Inter-Integrated Circuit

ДП — Друкована плата

LBP — Loop-back service

SMBus — System Management Bus

AD — Altium Designer 20

IoT — Internet of things

SoC — System-on-a-Chip

TCP/IP — Transmission Control Protocol/Internet Protocol

MAC — media access control

MII — Media Independent Interface

PHY — Physical layer

MCU — microcontroller unit

ВСТУП

З моменту початку активного розвитку мережі інтернет усе більше використовується віддалене керування тими чи іншими пристроями, адже далеко не завжди є можливість прямої взаємодії з необхідним пристроєм чи системою. Користувач отримує більш широкі можливості взаємодії з власними електронними рішеннями. Також не слід забувати про віддалене оновлення прошивки пристрою, це набагато спрощує експлуатаційні вимоги до пристрою, але з іншої сторони дає змогу несанкціонованого доступу до даного пристрою, тому зовсім не усі пристрої потребують можливості як взаємодії так і програмних оновлень через Ethernet [1].

Тим не менш для потреб звичайного споживача можливість керувати широким спектром пристроїв через смартфон, ноутбук або персональний комп'ютер у наш час є важливою складовою. Це пов'язано з бурхливим розвитком технологій IoT, яка дозволяє у найпоширенішому варіанті керувати пристроями розумного дому, а у більш нетривіальних рішеннях керувати фермами, автоматизованими складами та навіть цілими системами керування містом. Дана концепція розвивається насамперед через можливість зменшення необхідності участі людини у задачах, що цілком і навіть краще виконає машина, тим самим людина не повинна витратити час та сили на прості повторювані дії.

Також ситуація з глобальною безпекою у світі є запорукою успішності проекту у напрямку забезпечення безпеки громадян шляхом створення сучасних укриттів. Цей напрямок відчуває високу потребу у появі вітчизняних укриттів високої якості та з умовами, що можуть забезпечити достатній рівень комфорту, що відповідає потребам людини XXI-го сторіччя.

У зв'язку з ростом напруженості у світі якнайактуальнішим індустріальним проектом є створення будинків з забезпеченням укриттів

високої захищеності з забезпеченням у ньому, окрім обов'язкових систем життєзабезпечення, доступу у інтернет та іншого.

З початком бойових дій в Україні та за деякий невеликий проміжок часу до цього було виявлено високу степінь непридатності наявних укриттів для цивільного населення в усіх містах України. Кількість придатних для довготривалого знаходження у них людей укриттів була і є дуже низькою. Це пов'язано насамперед через несерйозне відношення до цього питання з боку держави та регулюючих органів, а відсутність централізованого контролю дозволила керуючим компаніям взагалі ніяк не контролювати належний стан укриттів. Через це найкраще на що можна розраховувати це взагалі наявність укриття як спеціалізованого приміщення, а не просто адаптовані сховища чи підвали.

Проектована система повинна забезпечити автономний контроль за станом укриттів і можливість швидкого реагування на неналежний стан цих укриттів.

Проаналізувавши ситуацію у найближчій перспективі – прогнозується бурхливий розвиток будівництва таких укриттів та велика кількість інвестицій у сферу укриттів не тільки в Україні, а й у всьому світі, тому є перспектива залучення інвестицій й за кордону.

Таким чином буде закриті аспекти «доброго самаритянина» у якості побудови системи захисту цивільних осіб, розвиток інвестиційної привабливості країни та закладено фундамент для подальшого розвитку даного напрямку.

1 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА ВИБІР СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ

Чим складніша система, тим складніший прилад для її керування і тим вищі вимоги встановлюються при її проектуванні, і навпаки для більш простих систем складні (а відповідно і дорожчі) пристрої керування не є необхідними, оскільки, при масовому виробництві, частина ресурсів, які не будуть використовуватися при роботі системи, будуть неодмінно робити пристрій керування нерентабельним, а відтак неактуальним. Для створення рентабельного проекту потрібно максимально використовувати можливості його апаратної складової, наскільки це можливо, а отже не проектувати пристрій з великою кількістю функцій що не будуть використані. Це дозволить зменшити собівартість кінцевого продукту і відповідно підняти конкурентоспроможність.

Виходячи з вищесказанного для побудови системи варто використовувати середньошвидкісні інтерфейси з малою споживаною потужністю та простотою забезпечення її якісної роботи є правильним вибором, адже вона при забезпеченні усіх поставлених вимог до приладу зможе забезпечити надійну його роботу при низькій собівартості і доступності матеріалів для виробництва.

1.1 Огляд можливих аналогів

Дане рішення є досить специфічним, з вузьконаправленим застосуванням та досить нішовий, і найближчими можливими аналогами є пристрої зазвичай зі складу більших складніших систем.

1.1.1 Ajax Lifequality Jeweller

Розумний датчик якості повітря, що може входити у склад домашніх систем від компанії Ajax зображений на рис 1.1. Запускає сценарії

автоматизації при перевищенні встановлених порогів температури, вологості та концентрації CO₂ [2].



Рисунок 1.1 — Зовнішній вигляд датчика Lifequality

Ключові можливості що заявляються виробником:

- детальна статистика показників у застосунках Ajax;
- сповіщення про вихід показників за встановлені межі;
- до 3 років роботи від попередньо встановлених батарей;
- дистанційно керується та налаштовується в застосунках Ajax;
- сценарії автоматизації за рівнем CO₂, температурою та вологістю;
- LED індикація рівня CO₂;
- легкий монтаж на стіну чи стелю з кріпленням SmartBracket;
- додається в систему через QR-код.

Серед очевидних мінусів слід зазначити лише дві: насамперед досить висока ціна (прогнозована ціна датчику буде становити від 80 до 100 доларів США), що обумовлена об'єктивними якісними показниками; також оскільки датчик не є самостійною одиницею він потребує придбання та встановлення центральної системи безпеки «Hub», а це ще 155 доларів США.

1.1.2 HWg-Ares14

HWg-Ares 14 — це рішення для дистанційного моніторингу середовища, яке можна встановити за кілька хвилин, зображено на рис.1.2. Потрібне лише покриття сигналу GSM. Пристрій містить внутрішній резервний акумулятор. У разі збою зовнішнього живлення до 5 одержувачів буде сповіщено електронною поштою або текстовим повідомленням. Дані датчиків можна зчитувати в HWg-PDMS (безкоштовне програмне забезпечення), підключити до веб-порталу або передати в систему SCADA/NMS.



Рисунок 1.2 — Зовнішній вигляд системи HWg-Ares 14

Ключові можливості що заявляються виробником:

- придатний для інтеграції зі сторонніми центральними/портальними рішеннями;
- завдяки програмному забезпеченню HWg-PDMS HWg-Ares може запропонувати миттєво готове рішення для збору даних;
- вихідні дані включають журнали + аналіз MS Excel або базу даних XML;
- збір даних через GSM за допомогою HWg-Ares можна комбінувати з іншими датчиками HWg IP (Poseidon, Damocles, HWg-STE, HWg-PWR тощо);

- цифрові входи дозволяють контролювати будь-який пристрій з релейним виходом;
- HWg-Ares підтримує ті самі датчики RJ11 (1-Wire та 1-Wire UNI), що й сімейство Poseidon;
- SMS-повідомлення до 5 одержувачів є перевагою для простих додатків;
- текстові повідомлення можна налаштувати за допомогою макросів;
- статус датчика або пристрою можна запитати, надіславши текстове повідомлення або зателефонувавши на пристрій;
- програмне забезпечення для налаштування не потребує встановлення;
- програма Windows з'являється на накопичувачі «Mass Storage» після підключення HWg-Ares до порту USB;
- внутрішня батарея дозволяє сповіщати про збій/відновлення живлення. Підходить для моніторингу ДБЖ і резервних генераторів;
- функції роумінгу зменшують витрати на передачу даних за межами домашньої мережі GSM. Підходить для автомобільного або морського застосування;
- дані також можна надсилати електронною поштою на HWg-PDMS за допомогою GPRS. Це працює в усіх мережах GSM, включаючи роумінг-партнерів.

Серед недоліків слід відзначити високу ціну – 700 доларів США, утилітарний дизайн і сумнівність можливості заявленого «легкого» налаштування.

1.1.3 Висновки

Системи багато коштують, що не є добре для державних замовлень наприклад. Але тим не менш система від аякса може добре поконкурувати у цій ніші тому можна взяти її за орієнтир до майбутньої розробки.

1.2 Проектування функціональної схеми розробленої системи

Функціональна схема системи (рис. 1.3) представлена керуючим пристроєм що забезпечує функціонування лінії зв'язку I2C, датчиками що до неї підключені: гіроскоп, температурний датчик, датчик вологості та датчик освітленості, та опціонально – дисплей, дозиметр та барометр; і вся система через керуючий пристрій підключена до локальної мережі, до якої, зокрема, можуть бути підключені IP-камери, датчики руху тощо. Локальну систему можна підключити до глобальної мережі, так чи інакше пристрій разом з датчиками буде продовжувати працювати автономно, або у взаємодії приладів локальної мережі.

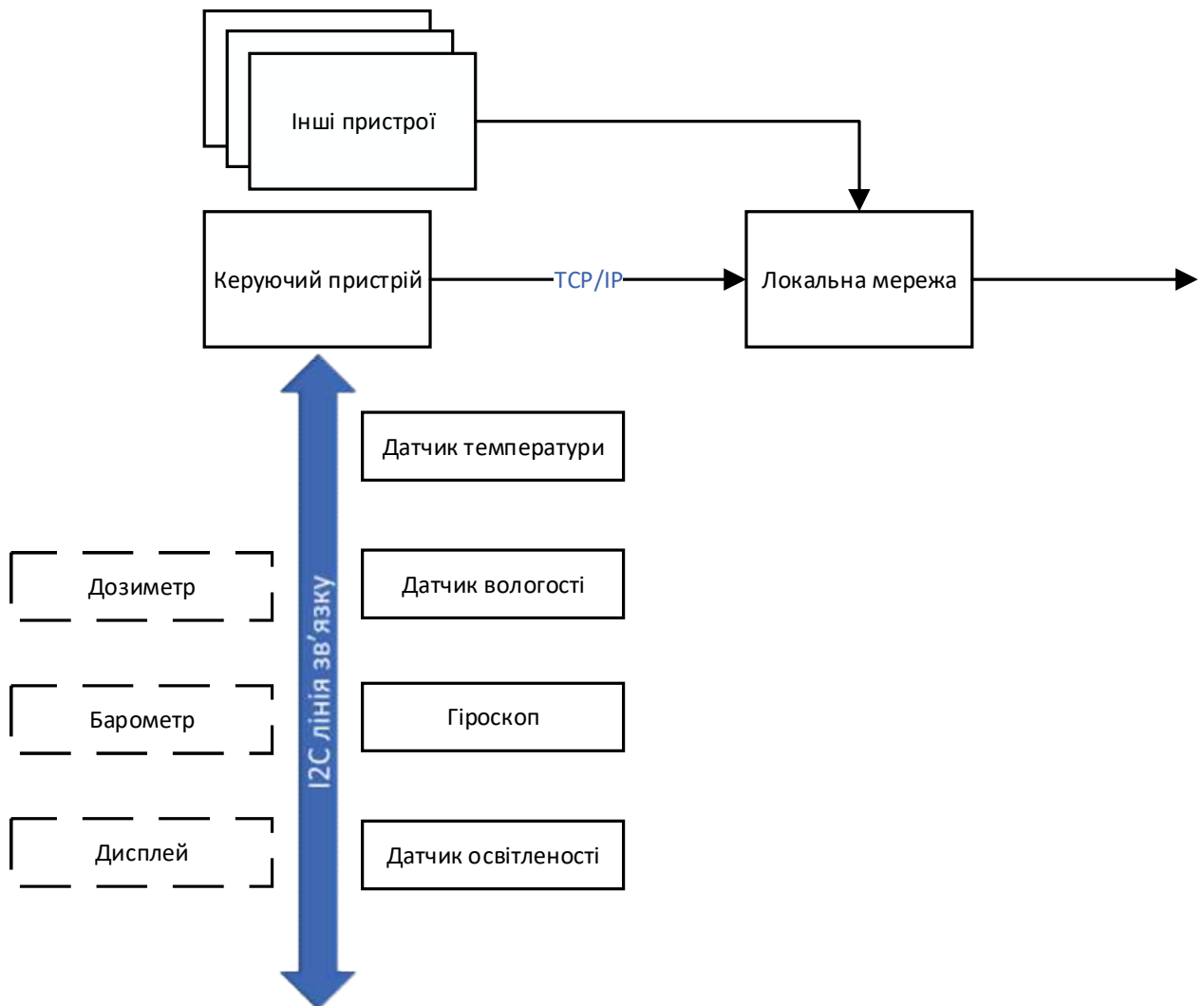


Рис. 1.3 – Функціональна схема системи

Система була в основній своїй структурі сформована з метою забезпечення повністю потреб контролю ситуації у навколишньому просторі, за який відповідає система. Також слід зазначити, що до однієї мережі можна підключити кілька систем з керуючим пристроєм у разі наявності великої площі, на якій необхідно забезпечити точний контроль за життєнеобхідними показниками.

Дана функціональна схема відображає основну перевагу даної системи – високу гнучкість, що забезпечується використанням технологій передачі даних Ethernet та I2C, що підтримуються найширшим спектром пристроїв та елементів.

2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ

У даному розділі будуть виконані усі необхідні розрахунки, побудовані структурна та принципова електрична схеми. В кінці проекту буде розроблено ДП та обґрунтоване використання тих чи інших матеріалів, елементів та технологій для виробництва пристрою.

2.1 Проектування структурної схеми керуючого пристрою

Для того щоб краще зрозуміти роботу пристрою, взаємодій його блоків та елементів та їх основних функцій, спроектуємо структурну схему основних функцій та призначення складових частин. Розглянемо функціональні частини (блоки), їх основне призначення та взаємодію між ними для правильнішого проектування та подальшої побудови структурної схеми.

2.1.1 Мережевий блок

Розвиток мережі інтернет та бездротових технологій дав широкі можливості для розвитку віддаленого керування електронними пристроями і оскільки наш прилад є одним з таких, доступ до якого необхідний через мережу, тож нам необхідний блок що буде отримувати та передавати дані через Ethernet по протоколу TCP/IP при взаємодії з мікроконтролером. Це буде перший проміжний блок між нашою схемою із зв'язаною логікою та користувачем що отримує доступ через мережу.

Загальний принцип роботи моделі стека протоколів TCP/IP дуже схожий на принцип роботи моделі OSI 7, різниця тільки в кількості рівнів і їх функціонал. Думаю, що не буде зайвим відзначити наступне: модель OSI 7 більш повно описує взаємодію комп'ютерної мережі з точки зору логіки її роботи, але її протоколи абсолютно не прижилися в сучасних реаліях, а модель стека протоколів TCP/IP описує комп'ютерну мережу не так повно, проте її протоколи використовуються повсюдно.

Загально модель TCP/IP зручніша для мережевого інженера, тут більш чітко описані її межі відповідальності. Структура моделі TCP/IP показана на рисунку 2.1.

Прикладний рівень (HTTP, SMTP, DNS, Telnet, SSH, FTP)
Транспортний рівень (TCP, UDP)
Рівень мережі Інтернет або Мережевий/Міжмережевий рівень (IPv4, IPv6, Ipsec, RIP, OSPF, EIGRP, IS-IS, NAT)
Канальний рівень або рівень доступу до мережі (Ethernet, IEEE 802.11, PPP)

Рисунок 2.1 — Структура моделі TCP/IP

Як видно, відмінність моделі TCP/IP від OSI 7 полягає в кількості рівнів, у еталонної моделі їх сім, в моделі стека протоколів їх чотири. У моделі TCP/IP об'єднані перших два рівня моделі OSI 7 (канальний і фізичний), тут перший рівень називається рівень доступу до мережі або канальний рівень. На рівні доступу до мережі в моделі сітка протоколів TCP/IP працюють такі технології і протоколи як: Ethernet, який є практично в кожній локальній мережі, IEEE 802.11 (Wi-Fi), PPP, в загальному і цілому на першому рівні моделі стека протоколів TCP/IP реалізується функціонал фізичного і канального рівнів моделі OSI 7.

Другий рівень моделі TCP/IP відповідає третьому рівню моделі OSI 7, в різних джерелах ви можете зустріти різні назви третього рівня: рівень мережі Інтернет, мережевий рівень, міжмережевий рівень. На цьому рівні визначається логічна адресація вузлів мережі Інтернет і, по суті, цей рівень є кінцевим для мережевого обладнання, за взаємодію комп'ютерів на більш високих рівнях вже відповідають кінцеві пристрої: клієнтське і серверне обладнання.

Третій рівень моделі TCP/IP має таку ж назву, як і в моделі OSI транспортний рівень, правда в моделі OSI цей рівень в порядку нумерації йде четвертим. Транспортний рівень відповідає за надійність передачі для кінцевих пристроїв понад ненадійної комп'ютерної мережі, в якій в будь-який момент можуть виникати найрізноманітніші проблеми. До того ж транспортний рівень допомагає розрізнити комп'ютерів наступне: який трафік яка програма генерує і якому додатку призначені ті чи інші пакети, це можливо завдяки сокету. На транспортному рівні для нас будуть цікаві два протоколи: TCP, який забезпечує надійну передачу з установкою з'єднання, цей протокол використовується для передачі даних типу текст, файлів тощо, а також протокол UDP, цей протокол без встановлення з'єднання і використовується він для передачі даних в системах реального часу: аудіо- і відеозв'язок.

Ну, а на самому верху моделі TCP/IP знаходиться рівень додатків або прикладний рівень, який відповідає за взаємодію з кінцевим користувачем. Цей рівень моделі TCP/IP включає в себе відразу три рівня моделі OSI 7 (сеансовий, представницький і прикладний рівні), що насправді дуже зручно як для програмістів і розробників, так і для мережевих інженерів. Програміст може писати програми, не замислюючись про рівні, зосередившись на своїх абстракціях, а мережевому інженеру багато речей верхніх рівнів просто нецікаві [4].

Після доречного зауваження під час захисту бакалаврської роботи конструктивно окремий модуль, що встановлювався окремо на основну плату було вирішено інтегрувати даний блок на основну плату для зменшення її вартості покращення електричних характеристик та габаритів, що є дуже важливими для нашого пристрою.

Основною вимогою є можливість роботи через Ethernet зі швидкістю до 100 Мбіт/сек.

2.1.2 Блок живлення

Для роботи нашого приладу та мережевого модулю звісно необхідне електричне живлення. Наш блок живлення повинен перетворювати постійний струм у постійний струм з зниженим до 3,3 В рівнем напруги для живлення пристрою та усіх його компонентів.

Для забезпечення можливості широкого діапазону можливих зовнішніх блоків живлення як 5 В так й 10 В та 12 В. Відповідно прилад може працювати як від мережі 220 В з відповідним АС/DC перетворювачем, так і від акумуляторів та батарей з наявністю відповідних необхідних контролерів. Також повинна бути передбачена можливість живлення у форматі 5В + 5В від USB.

Основну мікросхему блоку живлення бажано обрати у корпусі, що дозволить охолоджувати її без встановлення додаткових тепловідвідних систем.

2.1.3 Основний мікроконтролер

Основною задачею даного блоку буде обробка даних та власне керування усією системою у відповідності до закладеного у нього коду. Він повинен буде попередньо налаштовувати наш мережевий модуль, а також забезпечувати коректну взаємодію підключених до шини I2C пристроїв та мережевого модулю.

Оскільки при подальшій розробці та можливості більш гнучкої побудови правильного механізму функціонування нашої системи може знадобитися дуже широкий список апаратних складових таких як блок пам'яті з RAM, ROM, інтерфейси для зовнішніх прситроїв такі як USB, UART, ІС, таймери лічильники і багато іншого. Для цього краще використовувати System on chip (далі SoC). Така система вміщує у себе усі необхідні частини для функціонування пристрою, а також складові для розробки якісної прогмної

частини. Таке рішення є дешевше надійніше, та є більш енергоекономними, а також набагато спрощують електричну схему пристрою.

Для нас є важливою можливістю так званого польового програмування, тобто програмування, що може бути здійснене прямо на вже готовій системі. Також не слід забувати що для керування пристроями нам знадобиться який-небудь інтерфейс на SoC, краще за все буде наявність ПС з можливістю роботи SMBus, оскільки для нашої системи робота на дуже високих частотах не є необхідною (планується робота на частоті до 100 кГц), а при роботі на невеликих частотах SMBus дозволяє зменшити рівень роботи шини ПС до стандартних 3,3 В, що у подальшому спростить нам розробку, оскільки складну систему живлення проектувати не доведеться. Також повинна бути можливість роботи з USB-інтерфейсом, хоча у основній імплементації пристрою це не передбачено.

2.1.4 Блок попереднього налаштування та налагодження

Даний блок буде відповідати по-перше: за можливість “швидкого” переналаштування нашого пристрою, а конкретно необхідна можливість зміни останніх двох байтів IPv4-адреси пристрою за допомогою обраних апаратних рішень даного блоку. Таким рішенням насамперед видно SMT-перемикачі. Оскільки на кожний перемикач нам буде необхідно виділити на SoC один програмований вхід\вихід, треба розуміти, що встановлювати багато зайвих перемикачів дуже небажано, а отже кількість перемикачів слід обирати суто з поставлених умов. Таким чином передбачається встановлення блоку з чотирьох перемикачів (трьох для останніх двох байтів і один для вибору перших чотирьох бітів адреси slave- пристроїв).

Також у даний блок повинні увійти необхідні елементи для програмування нашої SoC. Необхідні вимоги встановлюються обраною SoC.

2.1.5 USB-інтерфейс

Через високу поширеність даного інтерфейсу його необхідність у побудові електронних пристроїв не викликає ніякого здивування. Цей блок дозволить нам отримати нові функціональні можливості, зокрема можливість живлення 5 В + 5 В USB, а також можливості передбачені нашою SoC такі як керування пристроями через USB та інший обмін даними.

Цей інтерфейс не є необхідним для основної реалізації пристрою, а тому передбачає лише встановлення посадкових місць під необхідні елементи. Елементи цього інтерфейсу не є складними для “польового монтажу”, а отже це дасть нам перевагу у більш гнучкій кінцевій системі пристрою.

2.1.6 Буферний блок

Даний блок нам виявився необхідним для попередження виходу з ладу SoC. У зв'язку з тим, що на шині ІС може знаходитися до 128 пристроїв можливість помилки у зв'язку з некоректною роботою одного (а конкретно перенапруга на лінії зі стандартним рівнем роботи 3,3 В для SMBus). І щоб дана помилка кожного разу не коштувала нам SoC необхідно передбачити захист нашого мікроконтролера. Даний блок принципово нічого не змінює у роботі нашого пристрою, так що при виході з ладу можливо просто закоротити вхідні і вихідні лінії ІС для подальшої роботи пристрою, якщо швидка заміна вийшовшої з ладу запобіжної схеми неможлива.

2.1.7 Блок індикації

Блок відповідає за необхідну індикацію у процесі роботи пристрою. Передбачається індикація при підключенні пристрою до живлення, а також один — два програмовані індикатори для потреб, що можуть з'явитися під час програмування системи, також туди входять апаратна індикація Fast Ethernet приймача, так роз'єму RJ45.

2.1.8 Комплекс датчиків

У системі може використовуватися дуже різноманітна кількість як датчиків так і пристроїв та елементів, що забезпечено використанням дуже розповсюдженого інтерфейсу I2C. Базовий пристрій повинен бути представлений основним/базовим комплексом датчиків до яких входять датчики температури та вологості, гіроскоп та датчик освітленості. Даний набір забезпечить нам широкий набір спостережних параметрів за малої собівартості таких датчиків.

Також функціональність системи можна розширити за рахунок як зовнішніх датчиків таких як барометр, лічильник Гейгера, тощо, так і перемикачів, кнопок та дисплею для відображення поточних показників.

2.2 Побудова схеми електричної принципової керуючого пристрою

Для подальшої побудови друкованої плати пристрою нам треба обрати елементи та склад формованих блоків структурної схеми для встановлення необхідних умов для подальшого проектування структури та технологій, що будуть використані при виробництві друкованої плати.

2.2.1 Мережевий блок

NM7010B+ - це мережевий модуль, що включає у себе мікросхему TCP/IP W3150A+, Ethernet PHY (IP101A), MAG-JACK (RJ45 з X'FMR) та інші елементи зв'язаної логіки. Є ідеальним референсним дизайном (рис. 2.2) для якісної побудови прийомного блоку власної системи.



Рисунок 2.2 — Пристрій референсного дизайну

Ethernet PHY — це компонент, який працює на фізичному рівні моделі мережі OSI. Він реалізує фізичний рівень частини Ethernet. Його призначення – забезпечити фізичний доступ аналогового сигналу до каналу зв'язку. Він поєднується з незалежним від медіа інтерфейсом (МІІ) до мікросхеми MAC у мікроконтролері чи іншій системі, яка виконує функції вищого рівня. Якщо говорити точніше — це мікросхема, яка реалізує апаратну функцію надсилання та отримання кадрів Ethernet; він взаємодіє між аналоговою областю лінійної модуляції Ethernet і цифровою областю пакетної сигналізації каналного рівня. Звичайні інтерфейси Ethernet включають оптоволокно або дві-чотири мідні пари для передачі даних. Однак тепер також існує новий інтерфейс під назвою Single Pair Ethernet (SPE), який може використовувати одну пару мідних проводів, зберігаючи при цьому зв'язок із заданою швидкістю.

IP101A LF — це сумісний з IEEE 802.3/802.3u однопортовий трансивер Fast Ethernet для операцій зі швидкістю 100 Мбіт/с і 10 Мбіт/с. Він підтримує функцію Auto MDI/MDIX для спрощення побудови мережі та зниження витрат на обслуговування системи. Щоб підвищити продуктивність системи, IP101A LF забезпечує апаратне переривання, яке реагує на зміну зв'язку, швидкості та стану дуплексу. IP101A LF також забезпечує незалежний від медіа інтерфейс

(MII) / послідовний мережевий інтерфейс (SNI) або обмежений незалежний від медіа інтерфейс (RMII) для підключення до різних типів контролерів доступу до медіа (MAC) 10/100 Мбіт/с. IP101A LF призначений для використання неекранованої виті пари категорії 5 для підключення до інших пристроїв локальної мережі. Трансивер IP101A LF виготовлено з передовою технологією CMOS, для якої чіп потребує лише 3,3 В як джерело живлення та споживає дуже мало енергії у режимі автоматичного енергозбереження. IP101A LF може бути реалізований як адаптер мережевого інтерфейсу з RJ-45 для підключення по витій парі.

Мікросхема W3150A+ (рис. 2.3)— це вбудований контролер Ethernet із підключенням TCP/IP, який забезпечує простіше підключення до Інтернету для вбудованих систем. W3150A+ найкраще підходить рішенням, яким потрібне стабільне підключення до Інтернету, використовуючи один чіп для впровадження стеку TCP/IP і 10/100 Ethernet MAC. Провідний стек TCP/IP підтримує TCP, UDP, IPv4, ICMP, ARP, IGMP і PPPoE, ..., що було перевірено різними проектами та системами протягом багатьох років. W3150A+ використовує внутрішній буфер на 16 Кбайт як пам'ять для передачі даних. Використовуючи W3150A+, користувачі можуть реалізувати потрібну програму Ethernet, використовуючи просту програму для роз'ємів замість того, щоб працювати зі складним контролером Ethernet. Можливе використання 4 незалежних апаратних розеток одночасно. BUS & SPI (послідовний периферійний інтерфейс) передбачені для легкої інтеграції із зовнішнім MCU.

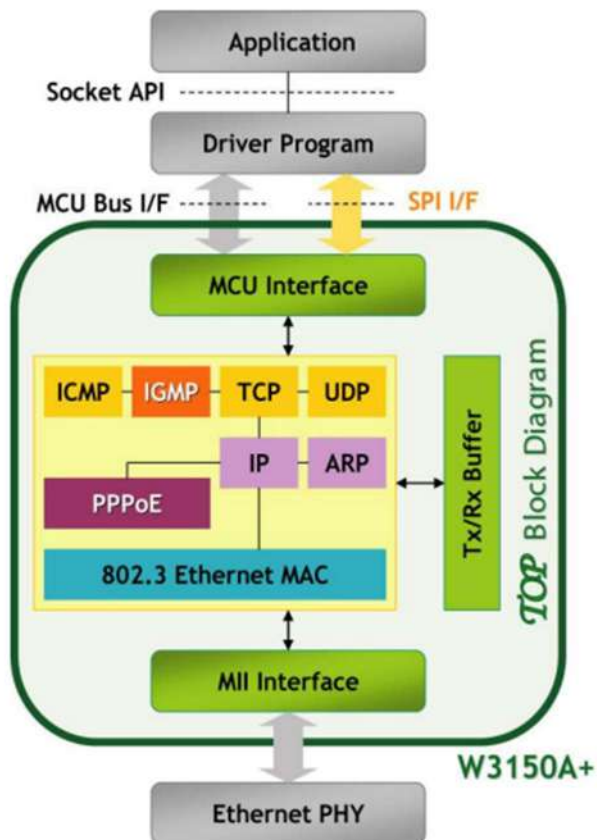


Рисунок 2.3 — Блок-схема складу W3150A+

LAN-трансформатор (рис. 2.4) призначений для передачі імпульсних сигналів високої частоти та забезпечення інших функцій, наприклад, ізоляції між входом та виходом.

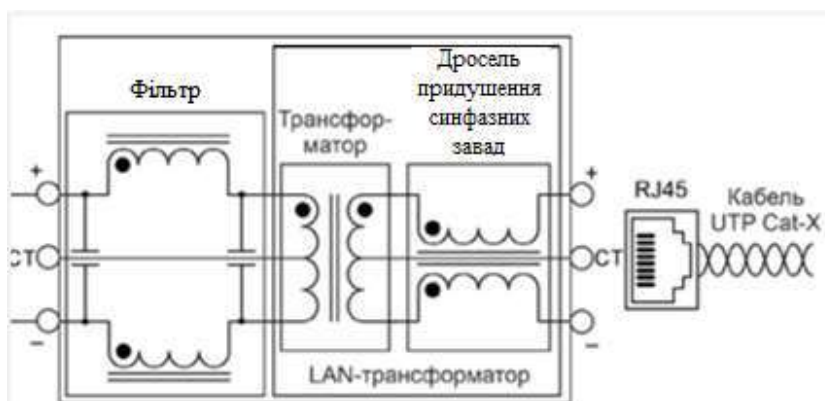


Рисунок 2.4 — Структура LAN-трансформатору

Схема включає в себе імпульсний трансформатор та синфазні дроселі, які дозволяють їй передавати та приймати сигнали, забезпечуючи основні

функції зв'язку, узгодження, розвязки й фільтрації. Усі ці можливості забезпечують якість передачі даних у мережі.

2.2.2 Блок живлення

Блок живлення сформований імпульсним регулятором напруги TPS54227 від Texas Instruments – двоамперний синхронний понижуючий перетворювач з двома інтегрованими N-канальними MOSFET транзисторами. Основною перевагою даного регулятора є широкий діапазон робочої вхідної напруги від 4,5 В до 18 В з можливістю встановлення вихідної напруги на рівні від 0,76 В до 7 В. Також слід сказати про адаптивний режим D-CAP2, що забезпечує високу швидкість перехідних процесів у мікросхемі.

У цей блок входять усі необхідні для ефективної роботи регулятора елементи, а також контактний майданчик для підключення живлення для 5-16 В або при живленні через USB 5 В.

2.2.3 Основний мікроконтролер

Порівняємо два схожі за функціоналом та ціною мікроконтролера, що можуть підійти нашій системі і оберемо найоптимальніший для цієї системи у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння мікроконтролерів

	ATMEGA324PV-10MU	C8051F346
Розрядність ядра	8 біт	8 біт
Швидкість, МГц	10	25
Інтерфейси передачі	I ² C, SPI, UART/USART	SMBus (I ² C), SPI, UART/USART, USB
Кількість програмованих вхідів\виходів	32	25
Об'єм пам'яті, кБайт	32	64
Об'єм RAM, кБайт	2	4,25
Діапазон напруги, В	1,8 – 5,5	2,7 – 3,6

Головною функцією мікроконтролера у нашій системі є забезпечення взаємодії між інтерфейсами Ethernet та послідовним інтерфейсом I2C у зв'язці з раніше обраним Ethernet-модулем. Пристрій повинен мати середній рівень швидкодії, оскільки послідовний інтерфейс I2C буде працювати по протоколу SMBus [5], а отже швидкодія лінії I2C буде обмежена 100 кГц. По швидкодії слід орієнтуватися на рішення з максимальною тактовою частотою на рівні 10-100МГц.

Одним з таких рішень є мікроконтролер американської фірми-виробника мікроелектроніки Microchip Technology — ATMEGA324PV-10MU (рис. 2.5). Це восьмибітовий малопотужний мікроконтролер на базі RISC-архітектури AVR. Виконуючи складні інструкції за один такт, мікроконтролер забезпечує пропускну можливість, близьку до 1 MIPS на МГц. Це дає можливість розробнику системи оптимізувати пристрій в залежності від електроспоживання і швидкості обробки.

Основні характеристики та функції далі:

- розширена архітектура RISC;
- 131 складна інструкція;
- 32 x 8 робочих реєстри загального призначення;
- пропускну здатність до 20 MIPS на частоті 20 МГц;
- унергонезалежні сегменти пам'яті високої витривалості;
- 32 Кбайт внутрішньосистемної самопрограмованої Flash-пам'яті;
- 1 Кбайт EEPROM;
- 2 Кбайт внутрішньої пам'яті типу SRAM;
- цикли запису/стирання: 10000 Flash / 100 000 EEPROM;
- зберігання даних: 20 років при 85 ° C / 100 років при 25 ° C;
- True Read-While-Write Operation;
- блокування програмування для програмного забезпечення;
- інтерфейс JTAG (IEEE std. 1149.1);
- можливості граничного сканування відповідно до стандарту JTAG;

- програмування флеш-пам'яті, EEPROM, запобіжників та блокувальних бітів через інтерфейс JTAG;
- периферійні можливості;
- два 8-бітових таймера/лічильника з окремим режимом попереднього масштабування та режиму порівняння;
- один 16-розрядний таймер/лічильник з окремим прескейлером, режимом порівняння та режимом зйомки;
- лічильник реального часу з генератором;
- шість ШІМ-каналів;
- 8-канальний 10-бітний АЦП
- диференціальний режим з можливістю вибору коефіцієнта підсилення при $1 \times$, $10 \times$ або $200 \times$;
- однобайтовий двопровідний послідовний інтерфейс (сумісний з Philips I2C);
- два програмованих послідовних USART;
- один послідовний інтерфейс SPI Master/Slave;
- програмований контрольний таймер з окремим вбудованим генератором;
- вбудований аналоговий компаратор;
- спеціальні функції мікроконтролера;
- внутрішній калібрований RC-генератор;
- можливість зовнішніх та внутрішніх джерел переривань;
- шість режимів сну: в режимі очікування, зменшення шуму АЦП, енергозбереження, відключення, режим очікування та розширений режим очікування;
- 32 програмованих лінії вводу-виводу;
- робоча напруга 1,8 - 5,5 В;
- швидкісні оцінки ATmega324PV: 0 – 4 МГц при 1,8 В – 5,5 В;
- 0 – 10 МГц при 2,7 В – 5,5 В;

- споживання енергії при 1 МГц, 1,8 В, 25 °С;
- активний режим: 0,4 мА;
- режим відключення живлення: 0,1 мкА;
- режим енергозбереження: 0,6 мкА (включаючи RTC 32 кГц).

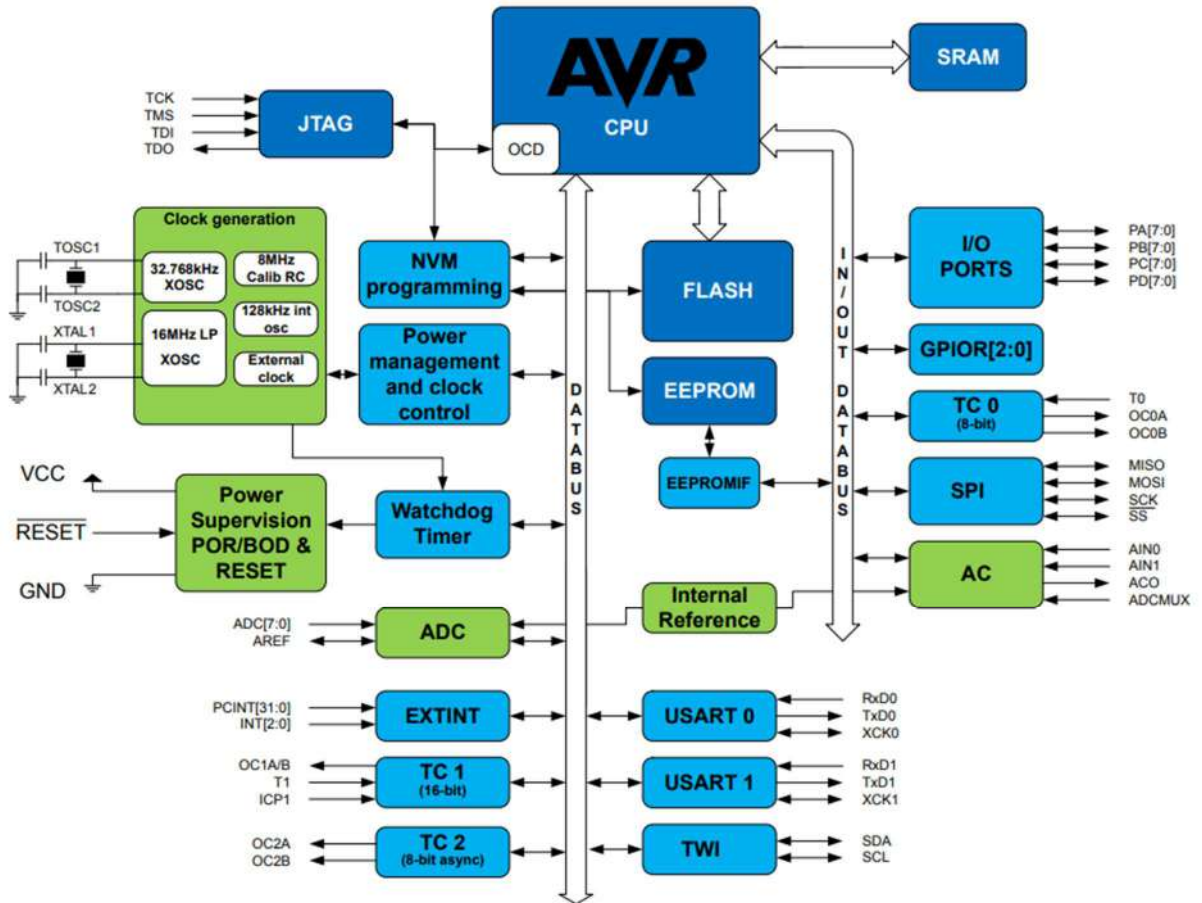


Рисунок 2.5 — Блок-схема ATMEGA324PV-10MU від Microchip Technology

Непогане рішення від авторитетного виробника, але все ж таки не дуже підходить для наших цілей.

Іншим рішенням може стати C8051F346 від Silicon Labs – повністю інтегрований System-on-a-Chip мікроконтролер. Основні можливості перелічені далі:

- високошвидкісне конвеєрне ядро мікроконтролера (до 48 MIPS);
- внутрішньосистемний, не нав'язливий інтерфейс налагодження (на мікросхемі);

- контролер функцій універсальної послідовної шини (USB), вбудованим трансивером та 1 кБ оперативної пам'яті FIFO;
- регулятор напруги живлення;
- True 10-бітний диференціальний/односторонній АЦП на 200 кБ/с з аналоговим мультиплексором;
- датчик опорної напруги та температури на мікросхемі;
- два вбудованих компаратори напруги;
- 64 кБ вбудованої флеш-пам'яті;
- 4352 байт вбудованої оперативної пам'яті (256 + 4 кБ)
- SMBus/I2C, UART і Enhanced SPI послідовні інтерфейси реалізовані в апаратному засобі;
- чотири 16-бітові таймери загального призначення;
- програмований лічильник/таймер (PCA) з п'ятьма модулями захоплення/порівняння та функцією сторожового таймера;
- 25 портів вводу-виводу (5 В допуск).

Іншим рішенням може стати C8051F346 від Silicon Labs (рис. 2.6)– повністю інтегрований System-on-a-Chip мікроконтролер [6]. Основні можливості перелічені далі:

- високошвидкісне конвеєрне ядро мікроконтролера (до 48 MIPS);
- внутрішньосистемний, не нав'язливий інтерфейс налагодження (на мікросхемі);
- контролер функцій універсальної послідовної шини (USB), вбудованим трансивером та 1 кБ оперативної пам'яті FIFO;
- регулятор напруги живлення;
- True 10-бітний диференціальний/односторонній АЦП на 200 кБ/с з аналоговим мультиплексором;
- датчик опорної напруги та температури на мікросхемі;
- два вбудованих компаратори напруги;
- 64 кБ вбудованої флеш-пам'яті;

- 4352 байт вбудованої оперативної пам'яті (256 + 4 кБ);
- SMBus/I2C, UART і Enhanced SPI послідовні інтерфейси реалізовані в апаратному засобі;
- чотири 16-бітові таймери загального призначення;
- програмований лічильник/таймер (PCA) з п'ятьма модулями захоплення/порівняння та функцією сторожового таймера;
- 25 портів вводу-виводу (5 В допуск).

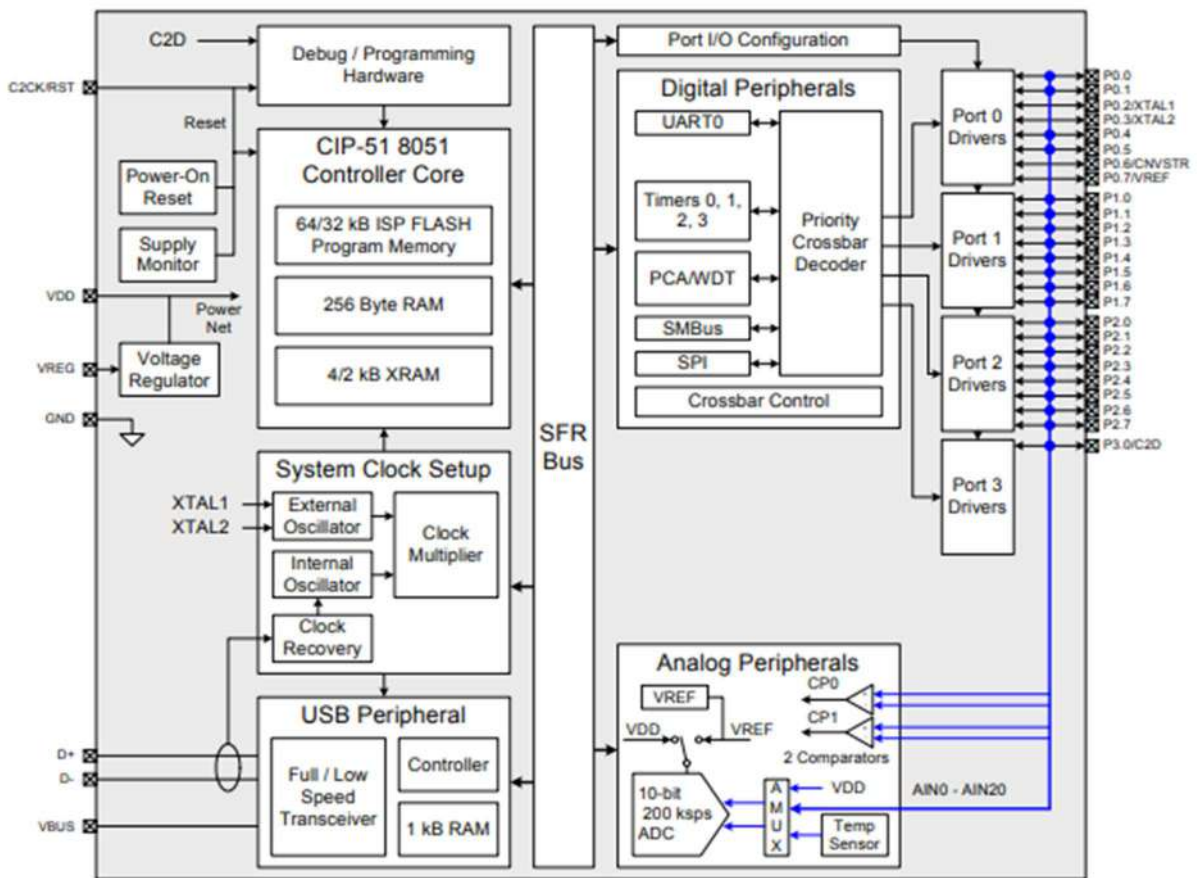


Рисунок 2.6 — Структура C8051F346

Флеш-пам'ять може бути перепрограмована прямо у схемі, забезпечуючи енергонезалежне зберігання даних, а також дозволяючи польові оновлення прошивки. Користувачке програмне забезпечення має повний контроль над усіма периферійними пристроями і може індивідуально вимикати будь-яку або всю периферію для економії електроенергії. Вбудований інтерфейс розробки Silicon Labs 2-Wire (C2) забезпечує

непроникливе (не використовує вбудовані ресурси), повношвидкісне, внутрішньосхемне налагодження за допомогою виробничого MCU, встановленого в кінцевій програмі. Ця логіка налагодження підтримує перевірку та модифікацію пам'яті та регістрів, встановлення точок зупинки, команд одного кроку, запуску та зупинки. Всі аналогові та цифрові периферійні пристрої повністю функціонують під час налагодження за допомогою C2.

Кожен пристрій призначений для роботи 2,7–5,25 В у промисловому діапазоні температур (від -40 до $+85$ ° C). Для напруг вище 3,6 В слід використовувати вбудований регулятор напруги. Для роботи з USB потрібно не менше 3,0 В [7].

Після порівняння у табл.1 слід звернути увагу на мінімально допустимий для нас рівень швидкодії у мікроконтролера від Atmel, а також невеликий розмір пам'яті, але також слід звернути увагу ще й на більш широкий діапазон робочих напруг, менші розміри при більшій кількості програмованих входів/виходів. Ми оберемо мікроконтролер компанії Silicon Labs, оскільки він якнайбільш відповідає поставленим вимогам, а також по попередньому прогнозу його підвищена кількість програмованих входів\виходів нам не знадобляться.

2.2.4 Блок попереднього налаштування та налагодження

Данна частина буде складатися з перемикачів, що будуть встановлювати низький або високий рівень для чотирьох виводів нашого мікроконтролера, функції яких можна буде запрограмувати на розсуд користувача, у нас вони будуть відповідати за останні чотири біти IP-адреси нашого пристрою та перші чотири біти адреси I2C пристрою.

Також до цього блоку входить контактна площадка для програмування нашої системи.

За допомогою двох виводів сформована система скидання системи, разом з якими йдуть блокувальний конденсатор, підтягуючий та обмежувальний резистори.

2.2.5 USB-інтерфейс

Також за необхідності передбачене встановлення USB та необхідних до нього елементів: феритового фільтру, обмежувальних резисторів, потужного блокувального конденсатора. Передбачено за необхідності живлення системи через 5 В USB та зовнішніми 5 В. По замовчуванню інтерфейс не використовується.

2.2.6 Буферний блок

Буферний блок складається з буферу і повторювача сигналу PCA9517DP,118 (рис.2.7) від NXP Semiconductors — попереджає вихід з ладу мікроконтролера при перенарузі на лінії ІІС, при виході з ладу буферу вхідні у буфер SDA та SCL можна просто закоротити на вихідні SDA та SCL. Забезпечує високу ремонтпридатність пристрою.

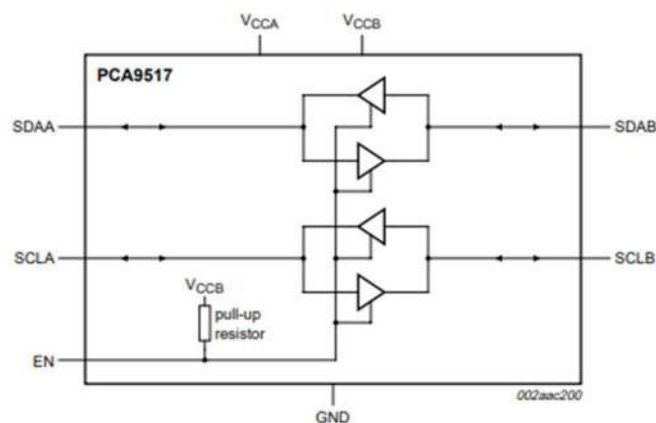


Рис. 2.7 – Блок-схема буферу і повторювача сигналу

Також у даний вузол також входять контактний майданчик для лінії ІІС і підтягуючі резистори.

2.2.7 Блок індикації

Індикація буде складатися з трьох світлодіодів. Перший світлодіод буде світитися при подачі напруги живлення, відображаючи наявність напруги та

нормальну роботу DC/DC перетворювача, а індикація двох інших задається програмно у мікроконтролері. У нашому випадку вони будуть індикувати передачу та прийому даних по TCP/IP відповідно.

2.2.8 Базовий комплекс датчиків

До складу комплексу входять датчик вологості, тиску та температури BME280 від Bosch, датчик освітленості OPT3007 від Texas Instruments, а також гіроскоп L3GD20H від STMicroelectronics. Даний базовий комплект був сформований на основі актуальності цих датчиків майже у будь-якій такій системі, та низької їх собівартості та доступності.

Першим датчиком у нашому комплексі буде датчик вологості, тиску та температури BME280 (рис. 2.8) від німецької компанії Bosch. BME280 — це комбінований цифровий датчик вологості, тиску та температури, заснований на перевірених принципах вимірювання.



Рис. 2.8 – BME у корпусі $2,5 \times 2,5$ (мм²)

Сенсорний модуль розміщено в надзвичайно компактному корпусі LGA з металеву кришкою, площа якого становить лише $2,5 \times 2,5$ (мм²), а висота – 0,93 мм. Його невеликі розміри та низьке енергоспоживання дозволяють використовувати його в пристроях, що працюють від акумулятора. Датчик вологості забезпечує надзвичайно швидкий час відгуку для програм швидкого визначення контексту і високу загальну точність у широкому діапазоні температур. Датчик тиску – це датчик абсолютного барометричного тиску з надзвичайно високою точністю та роздільною здатністю та значно нижчим рівнем шуму, ніж Bosch Sensortec BMP180. Вбудований датчик температури

був оптимізований для найменшого рівня шуму та найвищої роздільної здатності. Датчик підтримує як інтерфейси SPI, так і I²C і може живитися від напруги від 1,71 В до 3,6 В джерела живлення датчика VDD, і від 1,2 В до 3,6 В для джерела живлення чутливого інтерфейсу VDDIO. Вимірювання можуть бути ініційовані хостом або виконуватися через регулярні проміжки часу. При вимкненому датчику струм споживання падає до 0,1 мкА. BME280 може працювати в трьох режимах потужності: режим сну, нормальний режим та форсований режим. Щоб адаптувати швидкість передачі даних, шум, час відгуку та поточне споживання відповідно до потреб користувача, можна вибрати різноманітні режими передискретизації, режими фільтрації та швидкості передачі даних. Вибір даного датчику насамперед пов'язаний з наявністю в ньому одразу 3-х видів датчиків, що дозволяє вже його одного виділити у комплекс датчиків, також не менш важливим є те що усі кажуть що «німці роблять речі», а раз роблять – потрібно брати. Єдиним мінусом є необхідність забезпечення додаткових заходів для контролю живлення чутливих частин системи.

OPT3007 (рис. 2.9) — це однокристалний люксометр, який вимірює інтенсивність видимого світла, яке бачить людське око. OPT3007 доступний у надмалій упаковці PicoStar, тому пристрій поміщається в крихітному просторі. OPT3007 має фіксовану схему адресації, яка дозволяє пристрою працювати лише з чотирма підключеними контактами. Це дозволяє розробнику друкованої плати створити більший отвір для зони активного датчика.

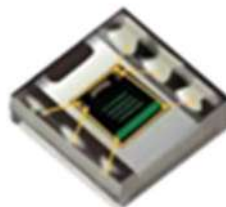


Рис. 2.9 – OPT3007 у корпусі PicoStar

Точний спектральний відгук датчика точно відповідає фотопічному відгуку людського ока. Завдяки сильному придушенню інфрачервоного (ІЧ)

випромінювання OPT3007 вимірює інтенсивність світла, яку бачить людина оком, незалежно від джерела світла. Відхилення ІЧ-випромінювання також допомагає підтримувати високу точність, коли конструкція вимагає встановлення датчика під темним склом. Вимірювання можна проводити від 0,01 люкс до 83 тис. люкс без ручного вибору діапазонів повної шкали за допомогою вбудованої функції налаштування повної шкали. Ця можливість дозволяє вимірювати світло в 23-бітному ефективному динамічному діапазоні. Цифрова програма є гнучкою для зручної системної інтеграції. Вимірювання можуть бути безперервними або однократними. Цифровий вихід повідомляється через I2C- і SMBus-сумісний двопровідний послідовний інтерфейс.

ENS160 (рис. 2.10) — це цифрове багатогазове сенсорне рішення на основі технології оксиду металу (MOX) із чотирма сенсорними елементами. Незалежне керування конфорою дозволяє виявляти широкий спектр летючих органічних сполук (ЛОС), включаючи етанол, толуол, водень і окислювальні гази з надзвичайною чутливістю. ENS160 підтримує інтелектуальні алгоритми для обробки необроблених вимірювань датчика на чіпі. Ці алгоритми розраховують CO₂-еквіваленти, TVOC, індекси якості повітря (AQI) і виконують компенсацію вологості та температури, а також керують базовим рівнем, усе на мікросхемі.



Рис. 2.10 – Зовнішній вигляд ENS160

Необроблені вимірювання датчика можна зчитувати для подальшого налаштування. Пристрій у комплекті LGA включає підлеглі інтерфейси SPI та

I²C для зв'язку з головним хост-процесором. ENS160 — це перевірена технологія, що не потребує обслуговування, та має високу надійність.

L3GD20H — це малопотужний трьохосовий датчик кутової швидкості, останній у системі. Він включає в себе чутливий елемент і інтерфейс IC, здатний надавати виміряну кутову швидкість у зовнішнє середовище через цифровий інтерфейс (I2C/SPI). Інтерфейс IC виготовляється з використанням процесу CMOS, який забезпечує високий рівень інтеграції для розробки спеціальної схеми, яка налаштована так, щоб краще відповідати характеристикам чутливого елемента. L3GD20H має повну систему координат $\pm 245/\pm 500/\pm 2000$ dps і здатний вимірювати швидкість із смугою пропускання, яку вибирає користувач. L3GD20H доступний у пластиковому корпусі з мережесим масивом (LGA) і може працювати в діапазоні температур від -40 °C до +85 °C.

2.3 Вибір матеріалів ДП, способу встановлення елементів, класу точності ДП, технології виготовлення плати

Усе проектування і конструювання плати буде виконане у середовищі Altium Designer 22, що дозволяє за допомогою широкого спектру інструментів для проектування, побудови та аналізу проектованої плати, у короткі строки виконати якісне створення усього необхідного для виробництва ДП, а низька собівартість підписки – усього 300 доларів США на місяць дозволяють майже кожному інженеру з рівнем прибутку більше 4 тис. доларів США на місяць скористатись даним інструментарієм.

Обираємо тип плати двосторонній шестишаровий. Вибір структури ДП середньої складності зумовлене наявністю чутливих інтерфейсів у зоні мережевого блоку, що потребують контролю імпедансу ліній передачі для його нормальної роботи, також такий вибір пов'язаний з метою якнайбільше зменшити розмір пристрою, а отже і місце на зовнішніх шарах буде відведене здебільшого для розміщення самих елементів, а вже потім трасування

доріжок зв'язку. Монтаж же у нас буде комплексно-змішаного типу збірки (рис. 2.11), оскільки важливою ціллю є забезпечення підвищеної щільності монтажу.

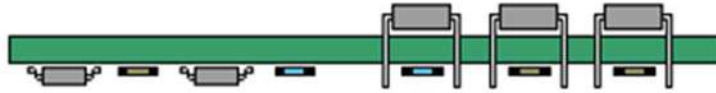


Рисунок 2.11 — Тип встановлення елементів на плату

Матеріал для плати: серія матеріалів IT180A від тайванької ITEQ з підвищеним термокоєфіцієнтом, стеклотекстоліт двосторонній, фольгований, загальною товщиною у 2,02 мм, що забезпечує її високу механічну міцність. Стекло зображено на рис. 2.12.

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk	Df	Constructions	Resin	Frequency
	Top Overlay		Overlay							
	Top Solder	SM-001	Solder Mask		0.0254mm	4	0.03			1GHz
	Top Surface Finish	Lead-Free	Surface Finish		0.02mm					
1	Top Layer	CF-004	Signal	2oz	0.07mm					
	Dielectric 1	IT-180A	Prepreg		0.18mm	4.67	0.0141	1-7628	43%	1GHz
2	Int1 (PWR)	CF-004	Signal	1/2oz	0.0175mm					
	Dielectric 2	IT-180A	Core		0.356mm	4.72	0.014	2-7628	43%	1GHz
3	Int2 (SIG1)	CF-004	Signal	1/2oz	0.0175mm					
	Dielectric 3	IT-180A	Prepreg		0.218mm	4.48	0.0141	1-7628	50%	1GHz
	Dielectric 4	IT-180A	Prepreg		0.218mm	4.48	0.0141	1-7628	50%	1GHz
	Dielectric 5	IT-180A	Prepreg		0.218mm	4.48	0.0141	1-7628	50%	1GHz
4	Int3 (SIG2)	CF-004	Signal	1/2oz	0.0175mm					
	Dielectric 6	IT-180A	Core		0.356mm	4.72	0.014	2-7628	43%	1GHz
5	Int4 (GND)	CF-004	Signal	1/2oz	0.0175mm					
	Dielectric 7	IT-180A	Prepreg		0.18mm	4.67	0.0141	1-7628	43%	1GHz
6	Bottom Layer	CF-004	Signal	2oz	0.07mm					
	Bottom Surface...	Lead-Free	Surface Finish		0.02mm					
	Bottom Solder	SM-001	Solder Mask		0.0254mm	4	0.03			1GHz
	Bottom Overlay		Overlay							

Рисунок 2.12 — Спроектований стек ДП

Це поширений і якісний матеріал, який застосовується для виготовлення друкованих плат високої якості.

Для представлених задач та елементної бази необхідний п'ятий клас точності виготовлення друкованої плати з забезпеченням мінімального зазору/щирини провідника відповідно 100 мкм/100 мкм та мінімальним діаметром перехідного отвору 200 мкм.

Краще за всі інші для наших цілей підійде комбінований позитивний метод виготовлення ДП. Далі буде коротко сказано про комбіновані методи і буде описаний процес виготовлення ДП комбінованим позитивним методом, його переваги і недоліки. Схема позитивного методу виготовлення двосторонніх друкованих плат із металізованими отворами:

1. Нарізування технологічних заготовок;
2. Очищення поверхні фольги (дезоксидація);
3. Свердління отворів, що підлягають металізації, на верстатах з ЧПУ;
4. Активація поверхонь під хімічну металізацію;
5. Тонка хімічна металізація (до 1 мкм);
6. Попереднє тонка гальванічна металізація (до 6 мкм) - "гальванічна затяжка";
7. Нанесення та експонування фоторезиста через фотошаблон – позитив;
8. Основна гальванічна металізація (до 25 мкм усередині отворів);
9. Нанесення металорезисту;
10. Видалення експонованого фоторезиста;
11. Травлення оголених ділянок фольги;
12. Видалення металорезистів;
13. Нанесення контактних покриттів на кінцеві друкарські ламелі;
14. Ретельне відмивання плати, сушіння;
15. Нанесення паяльної маски;
16. Фінішне покриття під паяння;
17. Маркування;
18. Обрізання плати за контуром;
19. Електричне випробування;
20. Приймання плати – сертифікація.

Переваги позитивного методу:

— можливість відтворення всіх типів друкованих елементів із високим ступенем дозволу;

— захищеність фольгою ізоляції від технологічних розчинів – гарна надійність ізоляції;

— хороша міцність зчеплення (адгезія) металевих елементів плати з діелектричною основою.

Недоліки позитивного методу:

— відносно велика глибина травлення (фольга + металізація зтяжки) створює бічне підтравлювання, що суттєво обмежує роздільну здатність процесу;

— травлення малюнка по металорезисту обмежує свободу вибору розчинів, що травлять;

— після травлення малюнка схеми, металорезист або освітлюють для поліпшення паяння, або видаляють і після нанесення паяльної маски, осаджують фінішні покриття під паяння. Обидва варіанти вимагають додаткових капітальних витрат та прямих витрат.

2.3.1 Розрахунок площі друкованої плати

Проведемо розрахунок необхідної площі плати, з урахуванням площі необхідної для монтажних кріплень та плати Ethernet-модулю, й зведемо все в таблицю 2. Також слід врахувати габаритність елементів з огляду на подальше трасування плати, і, відповідно, домножити на габаритний коефіцієнт.

Площі близько 500 мм² цілковито вистачить для нашого модулю.

Таблиця 2 — Площа елементів на друкованій платі

Елемент	Кількість	Площа	Сумарна
Резистор 0402	27	2,94	79,38
Конденсатор 0402	4	2,94	11,76
Тестова точка	3	1,96	5,88
Роз'єм 1x1	2	9,30	18,605
Феритовий фільтр	1	3,38	3,38
МС у корпусі SO-PowerPad-8	1	40,23	40,23
Конденсатор 0603	2	4,26	12,7875
Конденсатор 0805	1	6,83	10,2375

Продовження таблиці 2

Елемент	Кількість	Площа	Сумарна
Роз'єм 4x1	1	32,41	48,6096
Роз'єм 4x1 з фіксатором	1	56,70	85,05
Роз'єм 5x2	1	77,56	116,34
Роз'єм 14x2	1	130,50	195,75
miniUSB type B	1	136,64	204,96
Світлодіод 0805	3	7,00	31,5
МК у корпусі LQFP-32	1	109,20	163,804
Конденсатор 1206	1	10,90	32,7075
Конденсатор 1812	1	24,69	74,0775
Котушка індуктивності	1	53,27	159,795
DIP-перемикач	1	64,08	192,242
МС у корпусі SOIC8	1	40,70	122,1
Простір для NM7010B+	1	500,00	500
Мінімально необхідна площа			2109,19

Розрахунок площі друкованої плати проводився за формулою 1:

$$S_{\text{ДП}} = S_{\text{NM7010B}} + \sum S_{\text{МГ}} + 1,5 \cdot \sum S_{\text{СГ}} + 3 \cdot \sum S_{\text{ВГ}} + \sum S_{\text{ОТВ}} \quad (1)$$

де S_{NM7010B} — площа модулю NM7010B+;

$S_{\text{МГ}}$ — площа малогабаритних елементів;

$S_{\text{СГ}}$ — площа середньогабаритних елементів;

$S_{\text{ВГ}}$ — площа великогабаритних елементів;

$S_{\text{ОТВ}}$ — площа монтажних отворів.

Після розрахунків ми отримали загальну площу плати 2110 мм², обираємо плату з розмірами 40 мм на 70 мм з можливістю зменшення.

2.3.2 Розрахунок мінімальної ширини провідників

Основні параметри для розрахунку сигнального провідника:

— товщина фольги 70 мкм/17,5 мкм;

— максимальний прикладений струм 0,15 А;

— напруга живлення 3,3 В.

У результаті проведених розрахунків було отримано наступні результати:

- Максимально-допустима ширина провідника 1 мм;
- Мінімально-допустима ширина провідника 0,1 мм (за обраним класом точності).

Основні параметри для розрахунку силового провідника:

- товщина фольги 70 мкм/17,5 мкм;
- максимальний прикладений струм 1,5 А;
- напруга живлення 3,3 В.

У результаті проведених розрахунків було отримано наступні результати:

- Максимально-допустима ширина провідника 5 мм;
- Мінімально-допустима ширина провідника 0,8 мм.

2.4 Трасування друкованої плати

Дотримуючись усіх встановлених норм та поставлених вимог, розрахунками виконаними в попередньому розділі, націлившись на отримання пристрою якнайменшого розміру проведено трасування плати керуючого пристрою. Чутливі датчики були винесені до краю ДП для найточнішого відображення вимірюваних даних – щоб запобігти пересвіту датчику освітлення від світлодіодів та нагріву температурного датчику від робочих елементів плати. Вигляд у 2D та у 3D зображені на рисунках 2.13-2.18.

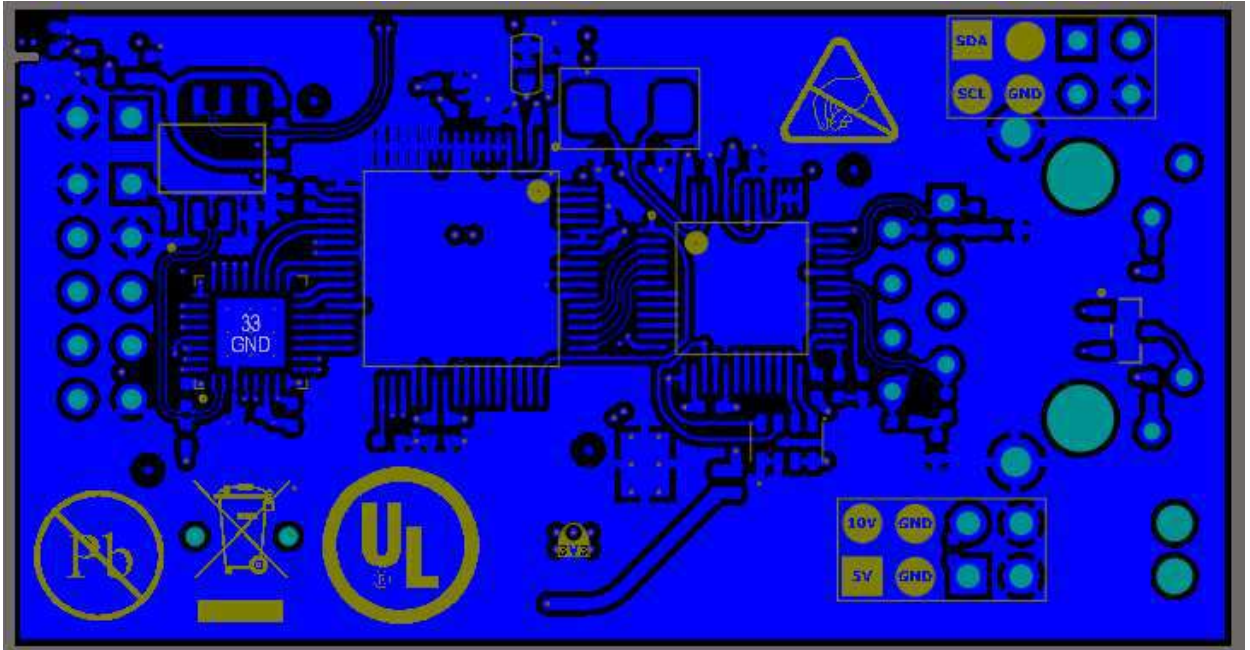


Рисунок 2.13 — Нижній шар ДП з шовкографією

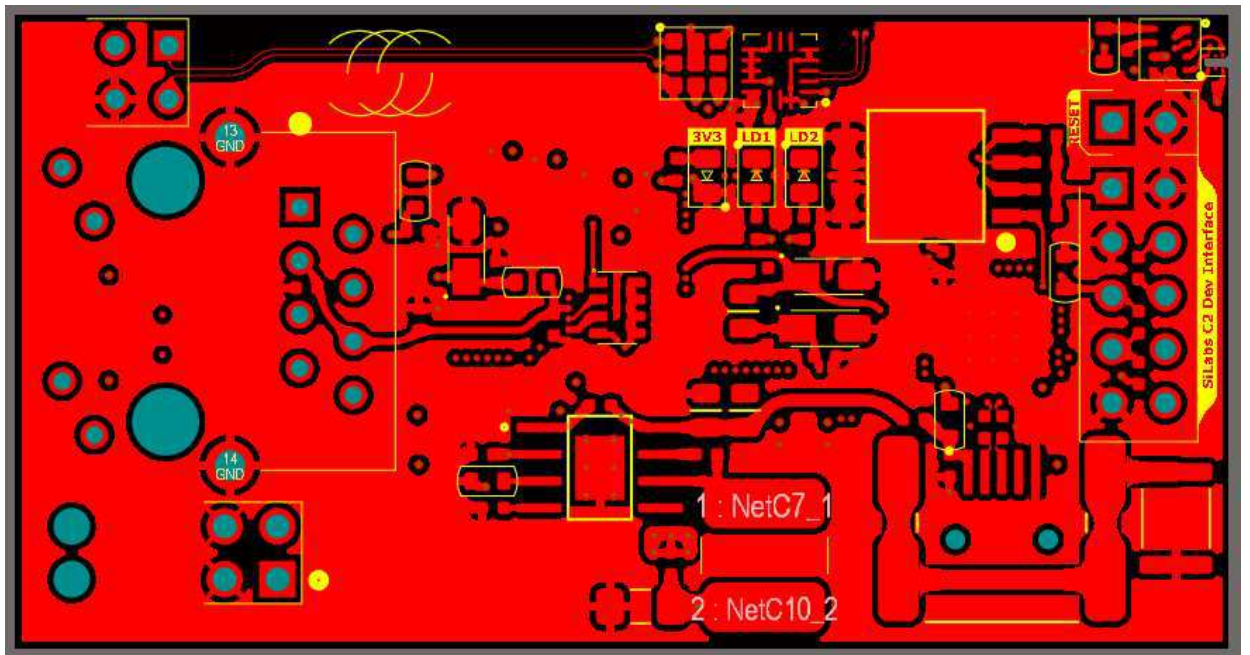


Рисунок 2.14 — Верхній шар ДП з шовкографією

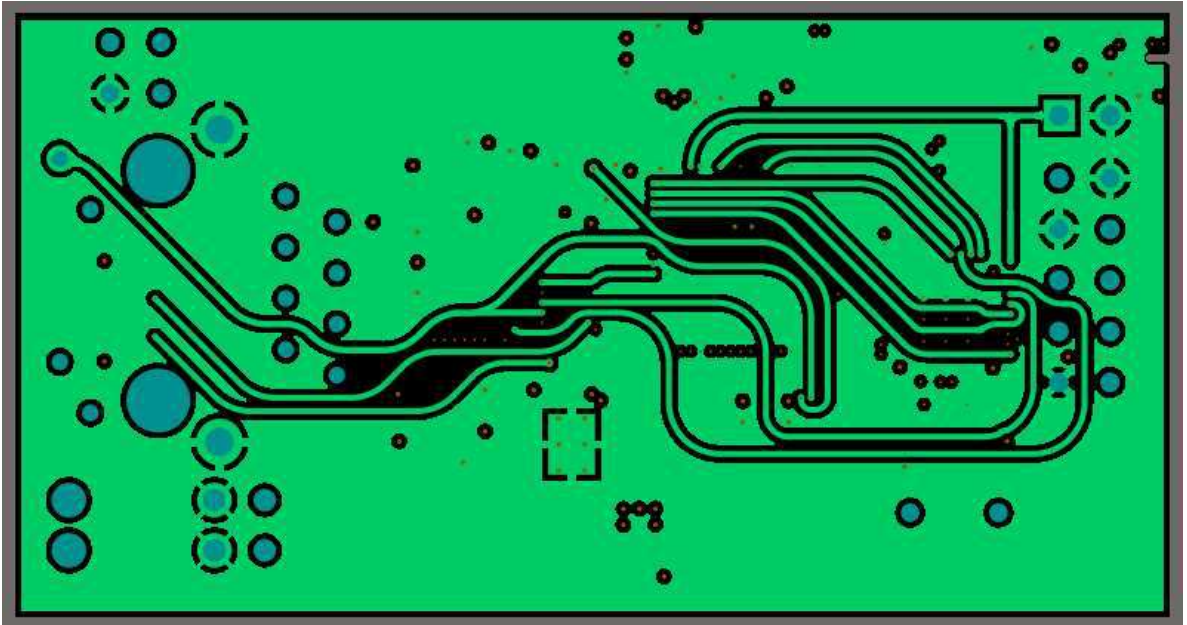


Рисунок 2.15 — Перший внутрішній сигнальний шар ДП

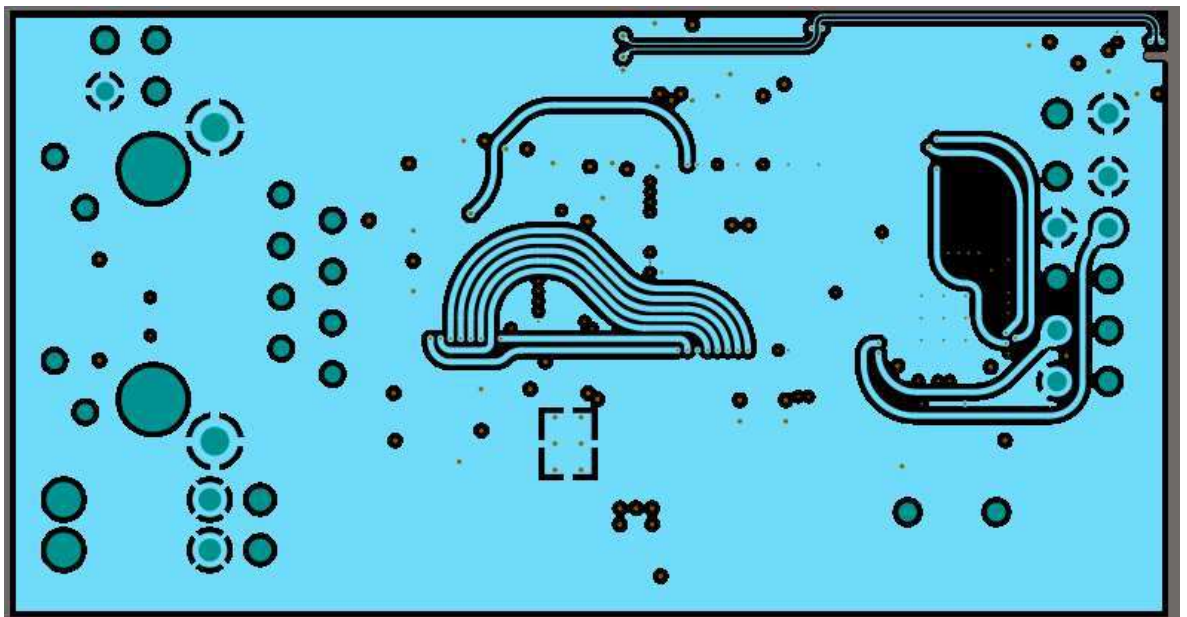


Рисунок 2.16 — Другий внутрішній сигнальний шар ДП

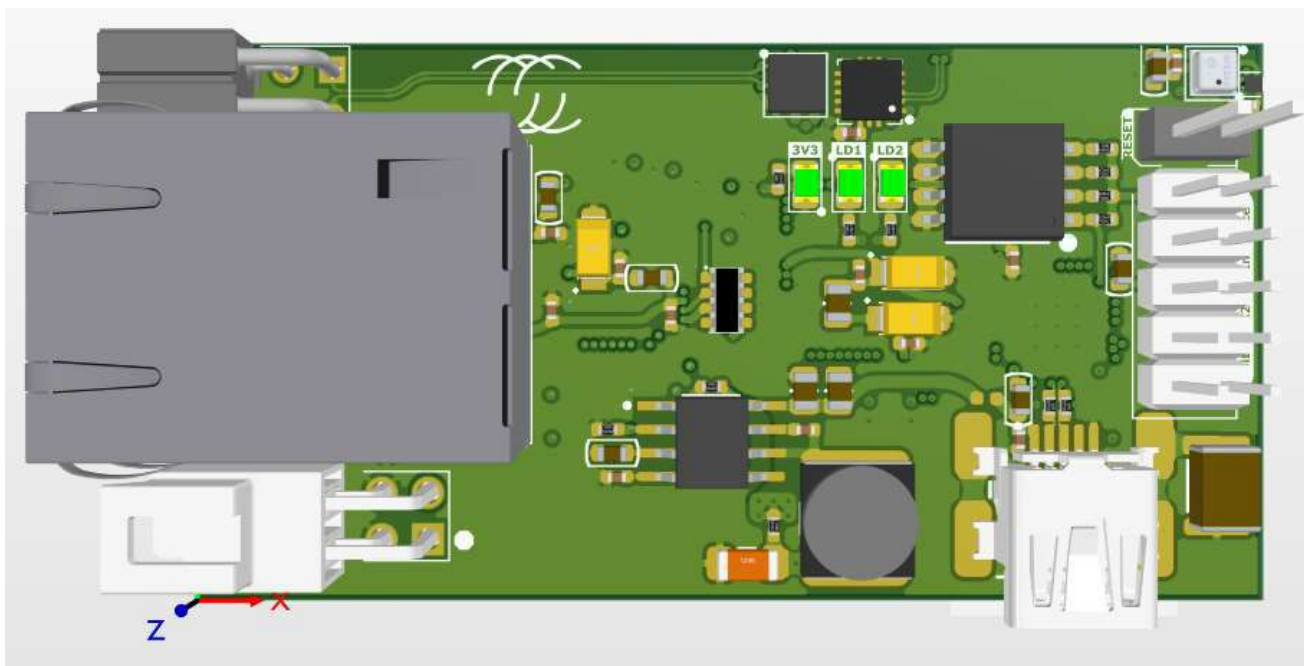


Рисунок 2.17 — Об'ємний вигляд плати зверху

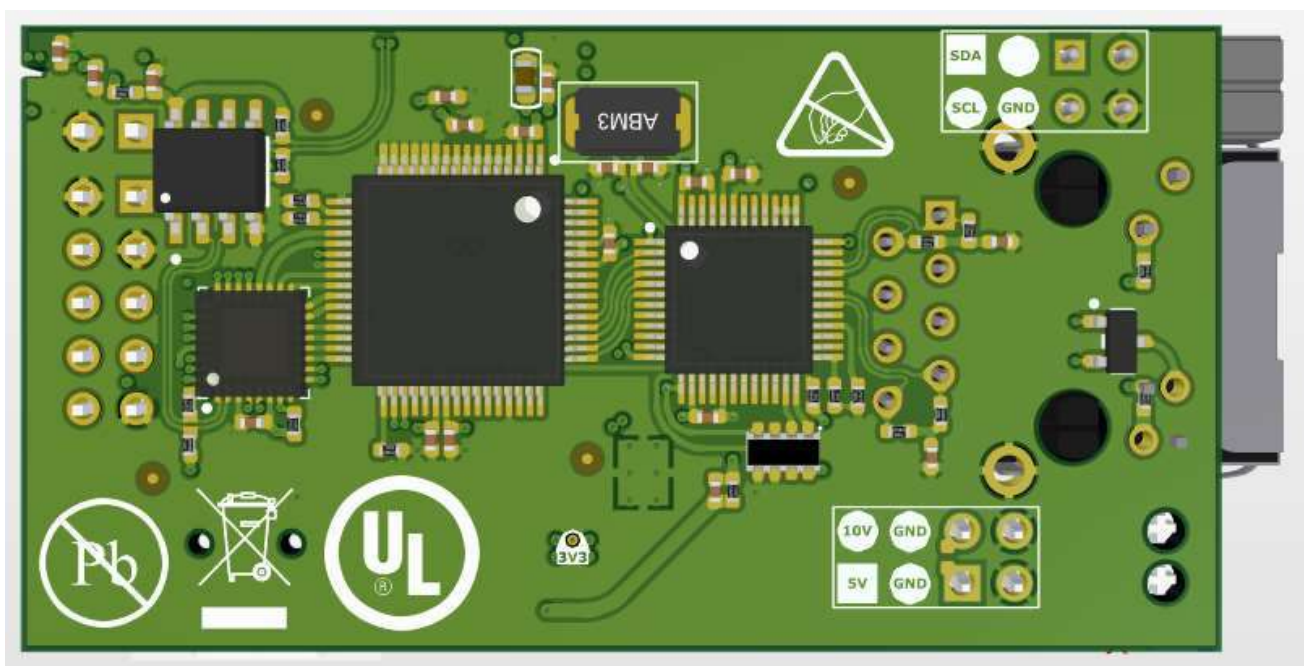


Рисунок 2.18 — Об'ємний вигляд плати знизу

Всі силові лінії виконано полігональними заливками для забезпечення мінімального нагріву провідників. Після виконання трасування було проведено перевірку на порушення правил трасування у середовищі AD22, що показала – трасування виконано без помилок. При незадіянні перехідного отвору металізовані кругові кільці навколо нього видалені для покращення

електричних характеристик ДП, але зі збереженням цих кілець на зовнішніх шарах при будь-яких умовах, виконаний т.з. “тідропінг” для підвищення надійності з’єднання отвору та провіднику та косметичного поліпшення зовнішнього вигляду ДП.

Модель плати відповідає максимальному наповненню, що включає усі датчики, встановлений USB-інтерфейс, та з живленням від 5В та з USB-роз’єму. Усі роз’єми, що будуть використовуватися користувачем (мережевий RJ45, розетки живлення та підключення додаткових пристроїв) винесені на один бік плати, таким чином, щоб усі кабелі виходили акуратно з одного місця, на протилежному боці плати з самого краю розміщені датчик освітленості. Решта роз’ємів знаходиться у оптимальних місцях оскільки не передбачені для використання звичайним користувачем.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЗАСТОСУВАННЯ

Даний розподіл формується з висновків різних аспектів результатів проведеної розробки та проектування системи, що дозволять отримати більш цілісне уявлення про організацію роботи системи та кінцевий спектр її можливостей.

3.1 Висновки щодо апаратної складової розробки

У результаті виконання бакалаврської роботи було спроектовано та сконструйовано пристрій віддаленого керування та збору даних. Модуль було фізично сконструйовано і всі показники були в нормі, пристрій функціонував коректно на рисунку 3.1 зображено вигляд пристрою з встановленим мережевим модулем.



Рисунок 3.1 — Вид пристрою у зборі

Під час виконання магістерської роботи було покращено якісні характеристики та показники пристрою. Було суттєво зменшені розміри до 57,5 мм на 30 мм, що є трохи більше розміру встановленого на рисунку мережевого модуля. Дві частини пристрою зображені на рис.3.1 було об'єднано в один, а також було додано до нього чотири основні датчики.

3.2 Опис принципу роботи програми пристрою

Алгоритм роботи досить стандартний для такого виду пристроїв зображений на рис. 3.2. Це попередня ініціалізація усіх програмованих апаратних складових що входять до його складу, в нашому випадку — це TCP/IP чіп W3150A+ та мікроконтролер C8051F346. Після іде встановлення необхідних параметрів мережі та вхід у нескінченний цикл (“Loop Back Service”, далі LBS) у якому відбувається вже конкретно процес виконання заданих функцій попереднього налаштування та опитування датчиків. Далі стисло опишемо, що відбувається у кожному блоці алгоритму роботи програми. Програмою передбачається апаратні можливості передбачені базовою конфігурацією пристрою. Це дозволить знизити швидкість обміну даними на шині I2C для зниження споживання енергії, що забезпечить остаточне формування енергоекономного режиму роботи для пристрою.



Рисунок 3.2 — Алгоритм роботи програми

Далі більш детально опишемо роботу кожного етапу роботи програми.

3.2.1 Початок

На самому початку задаються глобальні змінні, та ініціюються змінні такі, як номер поточного сокету, довжина отриманого повідомлення тощо. Далі встановлюється скидання в положення High і виконується скидання наглядного таймеру, після чого відбувається ініціалізація основного мікроконтролера.

3.2.2 Ініціалізація основного мікроконтролера

Тут початково забороняються усі переривання, а далі проводиться конфігурація таймерів для роботи SMBus Service. Перший таймер задаємо як тактовий для шини SMBus, частота на шині буде дорівнювати 1/3 швидкості переповнення таймеру, ми будемо використовувати швидкість 30 кГц, таймер працює у режимі 8-бітового автоматично перезавантажувальному режимі. Інший таймер призначений для виявлення положення Low, він працює у 16-бітовому автоматично перезавантажувальному режимі, та сконфігурований для переповнення кожні 25 мс (частота ~ 40 кГц), також тут дозволяється переривання цим таймером. Після конфігурування таймерів виконується ініціалізація SMBus: тут встановлюється перший таймер, як джерело тактової частоти на шині SMBus а також власне дозволяється його використання. Тепер також дозволяємо переривання SMBus-ом та конфігуруємо деякі інші переривання. Сконфігуруємо далі шини мікроконтролера відповідно до необхідності встановлюємо на вхід, вихід або вхід/вихід.

Після усього цього знову дозволяємо усі переривання і виконаємо ініціалізацію W3150A+.

3.2.3 Ініціалізація W3150A+

Ця функція призначена для S/W скидання W3150A+. Також вона встановлює значення номеру послідовності (SEQ#), що буде використовуватися при TCP комунікації.

3.2.4 Встановлення параметрів мережі

У цій функції на початку встановлюється MAC-адреса — у відповідний регістр записується 6 байтів. Після, в залежності від положень перемикачів (див. табл.), так само як і MAC-адреса, записується і IP-адреса, а також основний шлюз та маска підмережі. У цій же функції було задано перші чотири біти адрес I2C пристроїв, що підключені до шини у відповідності до перемикачів — 1000 або 1110.

Після цього відбувається ініціалізація кожного з каналів для Loop Back Service і старт очікування у режимі серверу.

3.2.5 LoopBack Service

Виконується LBS для кожного каналу по порядку — від першого до останнього четвертого. У відповідності до поточного стану сокету (сокет встановлено, сокет близький до закриття, сокет закритий) виконується відповідна послідовність дій. При встановленому сокеті очікується поки не надійдуть дані від клієнту, після підтвердження отримання інформації пристрій накопичує якнайбільш даних до кількості заданої обмеженням буферу, після того запускається LBS для отриманої інформації від клієнту. Далі починає виконуватися драйвер SMBus, в залежності від режиму роботи Master transmitter/receiver або Master transmitter буде передавати, або передавати та отримувати дані по шині.

Структуру даних, що передаються по шині SMBus (I2C) зображено далі на рисунку 3.3

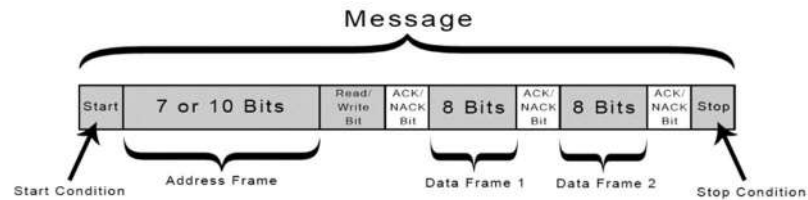


Рисунок 3.3 — Структура даних для шини I2C

У випадку, коли від Slave необхідно отримати дані перший пакет виглядає як на рисунку, а наступний, зазвичай, складає з себе лише байт з адресою та типом передачі Read/Write

Відповідно до структури даних зображеної на рис. 3.2.5 формуються пакети запитів для взаємодії з датчиками, за допомогою яких відбувається попереднє налаштування кожного датчику (режим роботи, точність та періодичність вимірювання), а після переходить у формат постійного оновлення даних з датчиків та взаємодію з зовнішньою мережею.

3.2.6 Процес та спосіб програмування

Пристрій повністю програмується від фірмового програматора від Silicon Labs та був перевірений у роботі від входної напруги на рівні від 5 В до 14 В. Пристрій під час програмування зображений на рисунку 3.4.

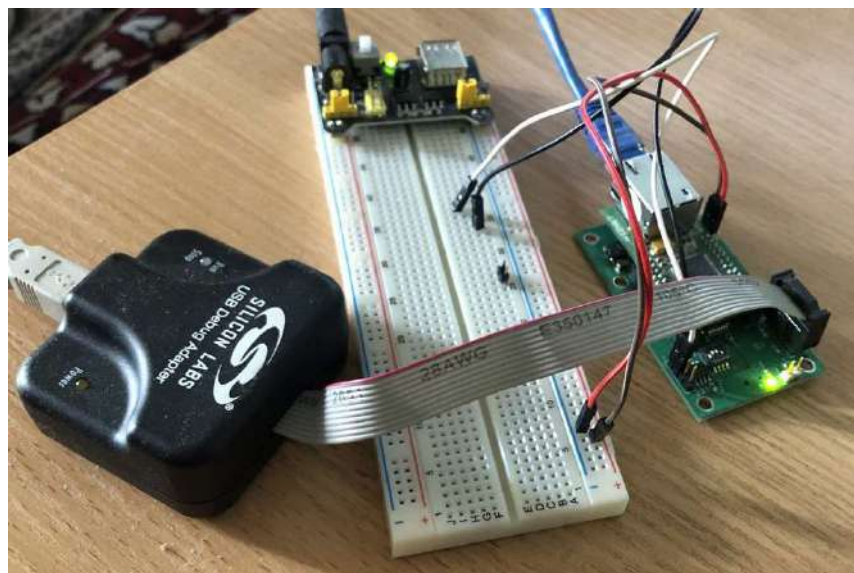


Рисунок 3.4 — Пристрій під час програмування

Після програмування пристрій повністю готовий до використання у якості системи по контролю таких характеристик внутрішньої атмосфери

закритих приміщень як температура, вологість, тиск, рівень освітленості, широкий спектр летючих органічних сполук (ЛОС), включаючи етанол, толуол, водень і окислювальні гази з надзвичайною чутливістю, прискорення та положення у просторі. Підтримка актуальності даних цих показників та відправка їх через мережу за запитом.

3.3 Рекомендації по застосуванню в залежності від поставлених умов

Проектований спосіб монтажу приладу вихідними роз'ємами догори – у такому випадку кабелі можна буде приховати, а датчик освітленості буде прямо напрямлений у центр приміщення.

На рис.3.5 зображене рекомендовані способи розміщення контролюючих пристроїв системи у приміщеннях різної форми та площі. Оптимальна площа покриття одного пристрою для надання можливості якісного моніторингу закріпленої за ним площі не повинна перевищувати 25 м², в залежності від специфіки бажаного формату спостережень кількість датчиків можливо як зменшувати так і збільшувати. Також рекомендується розміщати датчики якнайближче до об'єктів спостереження чи місць потенційного подразника стану приміщення.

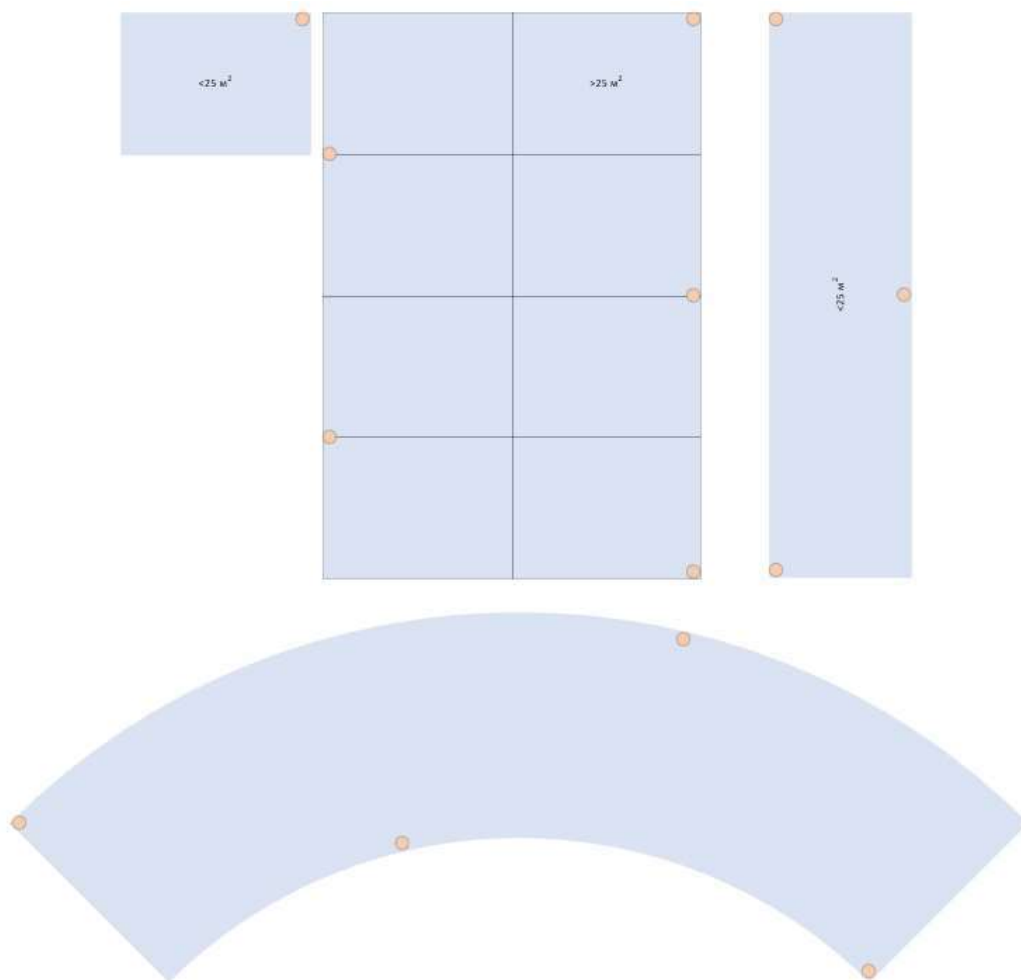


Рисунок 3.5 — Приклади розміщення елементів системи у приміщеннях різної площі та форми

Відповідно до рисунку 3.5 один сектор (прямокутник) відповідає площі 5 м x 5 м, або приблизно 25 м². Розміщення базових блоків (контролюючих пристроїв) зображені жовтими колами. Також приведений приклад складної форми приміщення для орієнтації побудови системи в складних умовах. Для приміщення до 25 м² достатньо одного базового блоку, для приміщення 200 м² – необхідно 5, для коридору 50 м² – 3 базові блоки.

4 СТАРТАП-ПРОЕКТ

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає [8].

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином.

Етапи розроблення стартап-проекту:

1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту.

В межах цього етапу:

— розробляється опис самої ідеї проекту та визначаються загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;

— аналізуються ринкові можливості щодо його реалізації;

— на базі аналізу ринкового середовища розробляється стратегія ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту.

2. Організація стартап-проекту

В межах цього етапу:

- складається календарний план-графік реалізації стартап-проекту;
- розраховується потреба в основних засобах та нематеріальних активах; визначається плановий обсяг виробництва потенційного товару, на основі чого формулюється потреба у матеріальних ресурсах та персоналі;
- розраховуються загальні початкові витрати на запуск проекту та планові загальногосподарські витрати, необхідні для реалізації проекту.

3. Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту

В межах цього етапу:

- визначається обсяг інвестиційних витрат;
- розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту);
- визначається рівень ризикованості проекту, визначаються основні ризики проекту та шляхи їх запобігання (реагування на ризики).

4. Заходи з комерціалізації проекту

Цей етап спрямовано на пошук інвесторів та просування інвестиційної пропозиції (оферти). Він передбачає:

- визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів;
- складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом;

— планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів;

— планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти.

Означені етапи, реалізовані послідовно та вчасно – створюють передумови для успішного ринкового старту. Проте фахівці зі створення та розвитку стартап-проектів окремо відзначають, що відсутність маркетингових знань та умінь, що уможлиблюють розробку ринково затребуваного проекту із вихідної ідеї, є основною причиною високого рівня банкрутств стартап-компаній, і ця проблема може бути вирішена за рахунок навчання винахідників.

4.1 Мета та завдання розділу

Розділ магістерських дисертацій «Розроблення стартап-проекту» присвячено реалізації першого етапу розроблення стартап-проекту, а саме висвітленню маркетингових аспектів створення стартапу: відбору ідей, створенню концепції продукту, визначення перспектив ринкової реалізації проекту та розроблення маркетингової стратегії. Розділ є завершальною частиною магістерської дисертації і виконується у вигляді оцінювання можливостей та формування заходів із ринкового впровадження інноваційних пропозицій магістранта.

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатностей щодо оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів.

Завдання розділу полягає в маркетинговому аналізі перспектив реалізації запропонованих магістрантом науково-технічних рішень та пропозицій, оцінювання можливостей їх ринкового впровадження.

Під час виконання розділу студенти мають продемонструвати знання:

- сутності та особливостей ринку інноваційної продукції, його інституціональних складових;
- алгоритму комерціалізації науково-технічних рішень та розробок;
- особливостей поведінки споживачів інноваційної продукції;
- засад, етапів та принципів маркетингового ситуаційного аналізу ринку;
- основних груп ринкових факторів, що формують можливості та загрози для реалізації стартап-проекту;
- засади пошуку інформації для проведення ринкового аналізу;
- потенційно можливі джерела фінансування стартап-проекту, їх сильні та слабкі сторони;
- складові та алгоритм розробки ринкової стратегії стартап-проекту;

Під час виконання розділу студенти мають продемонструвати уміння:

- використовувати ринково-орієнтований економічний підхід до вирішення науково-технічних завдань;
- аналізувати ринкове середовище для стартап-проектів із зазначенням факторів впливу;
- будувати ієрархію факторів із зазначенням сутнісних зв'язків між ними, міри та характеру впливу на стан ринку науково-технічних інноваційних розробок;
- розробляти заходи з комерціалізації стартап-проекту;
- формувати систему складових маркетингової стратегії для стартап-проектів;
- управління взаємодією учасників стартап-проекту.

— визначати доцільні форми впливу стартап-компанії на ринок відповідно до проведеного аналізу стану ринку із урахуванням специфіки його функціонування.

— проводити порівняльний аналіз переваг та недоліків різних стартап-проектів.

4.2 Зміст розділу

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

Етапи маркетингового аналізу стартап-проекту:

4.2.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

В межах підпункту послідовно проаналізуємо та подамо у вигляді таблиць:

— зміст ідеї (що пропонується);

— можливі напрямки застосування;

— основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);

— чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників;

1.1) Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (табл. 3) і дадуть цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 3. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виготовлення пристрою інфрачервоного для військових потреб «IR Merehtitor®»	1. Чисто військове застосування	Можливість скоротити поранення та смерті людей
	2. Цивільне застосування	Можливість використання у домашніх IoT-системах
	3. У фермерському господарстві	Можливість промислового контролю приміщень

Як видно IR Merehtitor® можна використовувати у широкому спектрі галузей що забезпечить його вищу рентабельність.

1.2) Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (слабкі); б) аналогічні (нейтральні) значення; в) кращі значення (сильні) (табл. 4 у Додатку А).

Перелічені слабкі, сильні та нейтральні характеристики та властивостей ідеї IR Merehtitor® є підґрунтям для формування думки щодо його дуже високої конкурентоспроможності.

4.2.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведемо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 5 у Додатку Б):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту (тобто нам)?

Всі технології для реалізації проекту існують і цілком доступні, що забезпечить цілковито безпроблемне виготовлення та розробку нашої ідеї.

4.2.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації нашого проекту та дозволить спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

3.1) Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 6).

Таблиця 6. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	1
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100000 \$ (або екв)
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Потужно зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	У військовому спектрі можливі неявні конкуренти
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	RoHS-compliant, Pb-free, UL certificate
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	60

Наша середня норма рентабельності в галузі в 60% порівняно із банківським відсотком на вкладення є дуже дуже великим що.

3.2) Надалі визначається потенційна група клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 7 у Додатку В).

Розраховувати на державні підряди досить успішна практика у нашій країні, тому і ми не залишимося осторонь, що і відображає таблиця номер 7.

3.3) Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. №№ 8-9 у Додатках Г та Д). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення значущості.

Ці слабкі й малозначущі загрози не здатні зупинити реалізацію нашого грандіозного проекту.

Як після зазначених можливих можливостей не продовжити розвивати стартап – очевидно що він буде дуже успішним і принесе великий дохід.

3.4) Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 10 у Додатку Е).

3.5) Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) (табл. 11 у Додатку Є).

Якби Портер був нашим партнером він би розділив наш оптимізм стосовно розвитку нашого стартапу оскільки як виходить з проведеного аналізу на нас чекає безхмарний бізнес у нашій сфері.

3.6) Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 12 у Додатку Ж) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 13).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища.

Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

SWOT-аналіз нашого стартап-проекту відображає цілісну картину майбутнього успіху ідеї і подальшого розвитку кампанії з можливістю розширення на суміжні ринки з розширенням клієнтської бази.

4.2.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

4.1) Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 13).

Таблиця відображає високу вірогідність безпроблемного завоювання споживачів.

Таблиця 13. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Військові	Висока готовність	Високий попит	Невідома інтенсивність	Невідома через закритість ринку
2	Цивільні	Середня готовність	Середній-високий попит	Низька-відсутня конкуренція	Висока простота входу

4.2) На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 7), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку розробляється стратегія позиціонування (табл. 14 у Додатку 3), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торговельну марку/проект.

Передбачається великий успіх стратегії описаної у попередній таблиці, що пов'язано з потужною ідеєю стартапу

4.2.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

5.1) Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 15 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 15. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Збереження життів	Зберігає життя	Унікальність, надійність, автономність, компактність
2	Необхідність пошуку у складній місцевості та за складних умов	Ідентифікація у складній місцевості та за складних умов	Унікальність, простота, компактність, робота не залежить від більшості умов

Є потреби, що ми можемо задовільнити і заробити тут трохи грошків, тоді чому б нам не спробувати?

5.2) Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 16 у Додатку І):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Проблем, як можна бачити, зі збутом ні в одному з концептів не передбачається

5.3) Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл.17 у Додатку І).

Дана концепція є основною ланкою взаємовигідних відносин між клієнтом та нашою компанією.

Результатом пункту 5 є ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів,

конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

4.3 Висновки

У висновках варто зазначити:

- є можливість ринкової комерціалізації проекту, що пов'язано з важливістю потреби, що закриває наш продукт;
- є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження присутні, але не є проблемою, стан конкуренції дуже поганий, що полегшить наш вхід на ринок, конкурентоспроможність проекту захмарна;
- подальша імплементація проекту є максимально доцільною з огляду на великі прогнозовані прибутки.

ВИСНОВКИ

Розроблена функціональна схема системи представлена керуючим пристроєм що забезпечує функціонування лінії зв'язку I2C, датчиками що до неї підключені: гіроскоп, температурний датчик, датчик вологості та датчик освітленості, барометр датчик якості повітря, що дозволяє виявляти широкий спектр летючих органічних сполук (ЛОС), включаючи етанол, толуол, водень і окислювальні гази, та опціонально – дисплей, дозиметр та будь-який інший пристрій I2C за потреби; і вся система через керуючий пристрій підключена до локальної мережі, до якої, зокрема, можуть бути підключені IP-камери, датчики руху тощо, сформувавши таким чином більш досконалу систему контролю за приміщенням. Є режим як онлайн, так і автономний в межах системи

Керуючий пристрій здатен забезпечити безпроблемний доступ до чотирьох абонентів водночас, що мають вихід в мережу, у якій знаходиться пристрій, до всіх пристроїв (є можливість підключення більш ніж 127 пристроїв), що підключені до послідовної шини I2C. Пристрій працює у широкому діапазоні напруг живлення від 5В до 14 В, також наявний сплячий режим роботи. Малі розміри пристрою 30 мм x 57,5 мм дозволяють додати його до інших систем та легко адаптувати.

В результаті отримано пристрій який самостійно або у комплексі таких пристроїв здатен сформувати систему моніторингу та контролю широкого спектру приміщень, що дозволяє досягти завдяки досягнутої високої гнучкості пристрою. Адаптивність цього пристрою зумовлена тим що для коректної його роботи можна взагалі не встановлювати внутрішні датчики та їх обв'язку, що серйозно здешевить його виробництво у серії. Додавання пристроїв до системи викликає лише необхідність адаптування програми роботи пристрою.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ольшевський О.О. Мережевий модуль віддаленого керування і збору даних: дипломний проект бакалавра : 06.06.21 / Ольшевський Олег Олександрович. - К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 55 с.
2. LifeQuality Jeweller User Manual | Ajax Systems Support [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://support.ajax.systems/en/manuals/lifequality/>
3. HWg-Ares 12: GSM Thermometer with E-mail (GPRS) and SMS alerts [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.st-hw.com/images/obrazky/produkty/Ares/Leaflet.pdf>
4. Руководство по TCP/IP для начинающих [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.codenet.ru/webmast/tcpip.php>
5. System Management Bus [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://smbus.org/specs/smbus20.pdf>
6. 8-bit Microcontrollers - 8-bit MCUs - EFM8 - Silicon Labs [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.silabs.com/mcu/8-bit>
7. C8051F34xRev1_0.book [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://eu.mouser.com/datasheet/2/368/silicon_laboratories_silcs00111-1-1742967.pdf
8. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с

Додаток А

Таблиця 4. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Потенційні товари/концепції конкурентів			Слабка сторона	Нейтральна сторона	Сильна сторона
		Мій проект	Конкурент	Конкурент			
1	Продаж ІЧ пристрою для військових потреб	ІЧ пристрій, ліцензія для виготовлення готових комплексів з використанням «IR Merehtitor®»			Вірогідність існування аналогів у закритому сегменті ринку	Технологія «IR Merehtitor®» може бути викрадена або використана проти ВСУ. Також є можливість подальшого розвитку технології «IR Merehtitor®»	Робиться на замовлення держави. Все офіційно. Закупівлі з держави.
2	Продаж ІЧ пристрою для цивільних потреб (спорт, фермерство, рятувальники)	ІЧ пристрій			Розповсюджена консервативність цільової аудиторії	Через невелику кількість покупців, може падати рентабельність бізнесу. З часом, подолавши консервативність клієнтів продажі будуть рости.	Короткі терміни виконання замовлення. Великі обсяги. Якість продукту.

Додаток Б

Таблиця 5. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Виготовлення ІЧ пристрою для військових потреб	Програмна складова і апаратна складова. Подальша реалізація продукції за допомогою контрактів з військовими. Контракти по ліцензування технології «IR Merehtitor®». Не обов'язково державними. Також можливі «тіньові» контракти.	Програмна складова в наявності. Можливість апаратної складової проекту відсутня.	Апаратна складова проекту буде реалізована в Тайвані. Програмне забезпечення буде отримане за допомогою uTorrent та небайдужих людей.
2	Виготовлення ІЧ пристрою для цивільних потреб (спорт, фермерство, рятувальники)	Програмна складова і апаратна складова. Подальша реалізація продукції за допомогою контрактів з приватними компаніями або продаж пристроїв фізичним особам.	Програмна складова в наявності. Можливість апаратної складової проекту відсутня.	Апаратна складова проекту буде реалізована в Тайвані. Програмне забезпечення буде отримане за допомогою uTorrent та небайдужих людей.

Додаток В

Таблиця 7. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Скоротити втрати особового складу під час бойових дій	Здебільшого – військові. А також цивільні (спорт, фермерство...)	<p>Для військових ця продукція повинна мати високу надійність та рятувати життя солдатів.</p> <p>Для Цивільних ця продукція повинна мати помірну ціну та буде використовуватися в цілях пошуку людей при рятуванні, пошуку тварин при фермерстві, або для розрізнення гравців своєї команди при застосуванні у спорті.</p>	<p>До продукції: Якість, надійність, дуже висока точність, можливість роботи при будь-яких погодних умовах та в умовах бойових дій.</p> <p>До компанії постачальника: Прозорість, молода команда вітчизняних розробників, патріотичність команди.</p>

Додаток Г

Таблиця 8. Фактори загроз

№	Категорія	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Для військових	Загроза інтелектуальній власності (копіювання, шпигунство)	Втрата оригінальності ідеї	Судові тяжби до компаній-крадіїв. Паралельно з цим буде робота по модернізації
		Загроза втрат людських ресурсів	Втрата людських ресурсів з можливим витоком конфіденційної інформації разом з ними	Заклучення контрактів з усіма необхідними пунктами про захист конфіденційних даних компанії. Потужні та великі матеріальні заохочення працівників (Моленко та Ольшевський).
		Загроза зі сторони інших тіньових гравців	Втрата державних замовлень через можливе більш потужне рішення зі сторони тіньових конкурентів.	Пошук нових ринків збуту: нових країн для заключення контрактів (Судан, Мозамбік, Конго, тощо)
2	Для цивільних	Загроза інтелектуальній власності (копіювання, шпигунство)	Втрата оригінальності ідеї	Судові тяжби до компаній-крадіїв. Паралельно з цим буде робота по модернізації
		Загроза втрат людських ресурсів	Втрата людських ресурсів з можливим витоком конфіденційної інформації разом з ними	Заклучення контрактів з усіма необхідними пунктами про захист конфіденційних даних компанії. Потужні та великі матеріальні заохочення працівників (Моленко та Ольшевський).
		Вірогідність складного включення в сегмент ринку	Рівень консервативності аудиторі дуже складно визначити заздалегідь	Глибокий аналіз рекламних можливостей та вичікувальна позиція (як крайня міра)

Додаток Д

Таблиця 9. Фактори можливостей

№	Категорія	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Для військових	Плідна співпраця	Заклучення нових контрактів з військовими, розширення компанії.	Радість, ще більші матеріальні заохочення працівників... Тобто, порятунок ще більшої кількості життів особового складу).
		Розвиток та тестування ідеї	Можливість подальшого створення нового продукту, використовуючи досвід, отриманий при реалізації попередніх проектів.	Розширення підприємства та збільшення обсягу інтелектуальної власності, масштабування.
2	Для цивільних	Великий успіх = 1млрд ГРИВЕНЬ на двох з Ольшевським = 500к одиниць на рік = АБСОЛЮТНО РЕАЛЬНО	Безкоштовна реклама, завоювання нових ринків. При проходженні «консервативного» бар'єру йде швидке розповсюдження у сегменті ринку.	Радість, ще більші матеріальні заохочення працівників.
		Розвиток та тестування ідеї	Можливість подальшого створення нового продукту, використовуючи досвід, отриманий при реалізації попередніх проектів.	Розширення підприємства та збільшення обсягу інтелектуальної власності, масштабування.
		Завоювання авторитету серед покупців та конкуруючих і неконкуруючих компаній	Подальше укладання взаємовигідних контрактів з неконкуруючими компаніями.	Радість, ще більші матеріальні заохочення працівників. Масштабування.

Додаток Е

Таблиця 10. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Категорія	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Військові	Монопсонія	Диференціація у монопсонії працює за принципом кількості покупців. Якщо за досконалої конкуренції кількість потенційних клієнтів необмежено, то особливість монопсонії – це лише одного покупця для конкретного товару чи послуги. Така система поширена у сфері державних закупівель.	Заздалегідь відома конкурентне середовище нашої потужної бізнес-моделі. Ніяких дій не потребує. Достатньо якісної продукції.
Цивільні	Монополія	Монополія кардинально відрізняється від досконалого виду конкуренції. У цій системі лише один виробник випускає товари та послуги, на які спостерігається високий попит серед цільової аудиторії. Якісних альтернатив немає, тож компанія-монополіст фактично захоплює ринок. Водночас не завжди споживачі готові будуть заплатити вибрану монополістом суму.	Великий прибуток так, як ми єдині продавці даного товару.
Військові	Національний	Виготовлення продукції для ЗСУ. До державних закупівель допускається лише (або пріорітетно) українські компанії.	Середнє коло конкурентів.

Цивільні	Міжнародний	Виготовлення продукції для всіх охочих. Звичайна роздрібна торгівля, що передбачає більше ринків збуту і разом з тим більшу конкуренцію.	Широке коло конкурентів.
Обидві	Внутрішньо-галузева	Унікальний продукт з унікальними функціями, які не можна зробити на колінках за 15 хвилин.	Так як цей продукт є унікальним, передбачаються дуже великі продажі. Відкриває можливість потужних продажів.
Військові	Товарно-видові конкуренти	Конкуренти, які продають товар під конкретну мету, в нашому випадку – товар для військової галузі.	Можливі збитки через тіньових конкурентів, але ми будемо намагатися зробити наш продукт кращим ніж в наших конкурентів. Модернізуючи та роблячи конкурентні ціни.
Цивільні	Товарно-родові конкуренти	Товар для різних потреб, який виконує різні функції в залежності від покупця.	Наша компанія єдиний постачальник такого роду продукції, тому проблем виникнути не повинно.
Військові	Нецінова	Покращення якісних характеристик продуктів і проведенні активної комунікаційної політики.	При виникненні питань до нашої продукції ми будемо збирати раду та обговорювати шляхи подолання труднощів. Також є ряд критеріїв для покращення: Швидкість обслуговування; Термін доставки продукту; Якість і характер консультацій; Характер особистих відносин; Час обслуговування; Помилки і упущення.
Цивільні	Цінова	Зміна ціни (її підвищення або зниження).	При виникненні проблем зі збутом товару або навпаки при великому рості продажів ми будемо регулювати ціну.

			Надання знижок за заявленими тарифами; Залучення більш дешевих фінансових ресурсів; Надання більшого обсягу послуг за діючими тарифами;
Військові	Можливо параметрична	Конкуренція серед виробників аналогічної продукції (при наявності)	Можливі збитки через тіньових конкурентів, але ми будемо намагатися зробити наш продукт кращім ніж в наших конкурентів. Модернізуючи та роблячи конкурентні ціни.
Цивільні	Марочна, параметрична, товарна (при наявності конкурентів)	Конкуренція торгових марок виробників однорідної продукції (при наявності) Конкуренція серед виробників аналогічної продукції (при наявності) Конкуренція за зовнішнім виглядом і функціями (при наявності)	При виникненні проблем зі збутом товару або навпаки при великому рості продажів ми будемо регулювати ціну. Надання знижок за заявленими тарифами; Залучення більш дешевих фінансових ресурсів; Надання більшого обсягу послуг за діючими тарифами;

Додаток Є

Таблиця 11. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Прямі конкуренти в галузі відсутні.	Конкуренти, які вкрадуть або зплагіатять.	Всі постачальники зарубіжні, що дозволяє уникнути бізнес-акул в Україні.	Люди, які будуть купувати продукт доки він буде рятувати життя.	Заміни є менш якісними, отже – менш конкурентоспроможними
Висновки	Інтенсивність відсутня	Є можливість входу на ринок з можливістю порушення закону про інтелектуальну власність ККУ. Строки виходу: від одного року	В даний час можливі проблеми з постачальниками через кризу напівпровідників. Тобто постачальник може диктувати умови роботи, але це ненадовго.	Якщо клієнт живий, то він усім задоволений.	Обмеження для роботи на ринку відсутні.

Додаток Ж

Таблиця 12. SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони: Можливість використання широкого спектру інвестицій. Мала кількість конкурентів у сегменті ринку з легким входом. Варіативність реалізації ідеї</p>	<p>Слабкі сторони: <i>Для військових:</i> Вірогідність існування аналогів у закритому сегменті ринку. <i>Для цивільних:</i> Розповсюджена консервативність цільової аудиторії.</p>
<p>Можливості: <i>Для військових:</i> Вірогідність швидкого розвитку при успішному старті. Можливість подальшого створення нового продукту, використовуючи досвід, отриманий при реалізації попередніх проектів. <i>Для цивільних:</i> Безкоштовна реклама, можливість захоплення суміжних сегментів ринку ринків. При проходженні «консервативного» бар'єру передбачається швидке розповсюдження у сегменті ринку. Можливість подальшого розвитку ідеї з наступним створенням нового продукту, використовуючи досвід, отриманий при реалізації попередніх проектів. Можливість укладання взаємовигідних контрактів з неконкуруючими компаніями.</p>	<p>Загрози: <i>Для військових:</i> Втрата оригінальності ідеї. Втрата людських ресурсів з можливим витоком конфіденційної інформації разом з ними. Необхідність покращення продукту через можливе більш потужне рішення зі сторони тіньових конкурентів. <i>Для цивільних:</i> Втрата оригінальності ідеї. Втрата людських ресурсів з можливим витоком конфіденційної інформації разом з ними. Рівень консервативності аудиторії дуже складно визначити заздалегідь.</p>

Додаток 3

Таблиця 14. Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару від ЦА	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентноспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, що мають сформувану комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Військові: Висока надійність, можливість виконання продукту з широким спектром поставлених вимог, висока чесність та прозорість компанії	Стратегія спеціалізації	Забезпечення високого рівня захищеності від випадковостей що можуть вартувати життя високоспеціалізованого персоналу	Унікальність, компактність, простота
2	Цивільні: доступна ціна, довговічність, простота використання, наявність підтримки для споживачів	Стратегія диференціації	Унікальність ідеї, низька собівартість, широкий спектр можливого споживача що пов'язане з безліччю задач для яких можна використовувати продукт	Доступність, надійність, простота

Додаток I

Таблиця 16 . Формування системи збуту


	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1. Військові	Якщо товар є необхідним вартість займає меншу роль	Організація сервісу, організація системи товароруху	Канал збуту нульового рівня	Власна система збуту
2. Цивільні	ЦА доведеться не тільки впевнити у корисності товару, а ще й запевнити у тому що він потрібен саме їм	Організація сервісу, впровадження цілеспрямованої товарної політики, організація системи товароруху, впровадження цілеспрямованої збутової політики	Бажано однорівнева глибина збуту	Власна або залучена система збуту

Додаток І

Таблиця 17 . Концепція маркетингових комунікацій

	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1. Військові	Висока вимогливість, широкий спектр запитів	Прямі канали комунікації	Унікальність, надійність, автономність, компактність	Впевнити в надійності товару	Показ різниці з\без, та кількості втрат через випадковості
2. Цивільні	Невибагливість, невихованість	Зворотній зв'язок через відгуки або службу підтримки	Доступність, надійність, простота	Впевнити в необхідності придбання товару	Показати як прилад розрізняється у надскладних умовах

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітки
	<u>Конденсатори</u>		
C1, C2	GRM21BR61E226ME44K-Murata 22 мкФ 25 В ± 20%	2	
C3	GCM188R71E105KA64D-Murata 1 мкФ 25 В ± 10%	1	
C4, C6-C9	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	5	
C14, C18	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	2	
C20-C22	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	3	
C26-C31	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	6	
C33-C36	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	4	
C38	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	1	
C41-C46	GRM155R71E104ME14D-Murata 0,1 мкФ 25 В ± 20%	6	
C5	GRM155R71H332JA01J-Murata 3300 нФ 50 В ± 5%	1	
C10, C37	GRM1555C1E200JA01D-Murata 20 нФ 25 В ± 5%	2	
C39	GRM1555C1E200JA01D-Murata 20 нФ 25 В ± 5%	1	
C11	GRM188Z71A106KA73D-Murata 10 мкФ 10 В ± 10%	1	
C12	GRM43DR73A473KW01L-Murata 0,047 мкФ 1 кВ ± 10%	1	
C13	C3216X5R0J686M160AB-TDK 68 мкФ 6,3 В ± 20%	1	
C15, C25	GCM155R71E103KA37D-Murata 0,01 мкФ 25 В ± 10%	2	
C19	GRM185R61A225KE43D-Murata 2,2 мкФ 10 В ± 10%	1	
C24	T491A106K016AT-KEMET 10 мкФ 16 В ± 10%	1	
C32	T491A225K016AT-KEMET 2,2 мкФ 16 В ± 10%	1	
C40	T494A226M010AT-KEMET 22 мкФ 10 В ± 20%	1	
CN1	Коннектор miniUSB type B Molex-0675031020	1	
D1-D3	Світлодіод Lumex-SML-LXT0805GW-TR	3	

PE11мн.465614.001 ПЕ				
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Ольшівський О.О.		
Перевір.		Адамченко Ю.Ф.		
Реценз.				
Н. Контр				
Затверд.				
Система моніторингу та контролю закритих приміщень				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			1	3
КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ				

