

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Приладобудівний факультет  
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Юрій КИРИЧУК  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою  
«Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»  
зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології»  
на тему: «Автоматизована система контролю мікроклімату серверної  
кімнати»**

Виконав:  
студент II курсу, групи ПК-21мп  
Падій Микола Олександрович \_\_\_\_\_

Науковий керівник:  
Доцент, кандидат технічних наук  
Богдан Галина Анатоліївна \_\_\_\_\_

Консультант з розробки стартап-проектів:  
Завідувач кафедри економічної кібернетики,  
Доктор економічних наук, професор  
Бояринова Катерина Олександрівна \_\_\_\_\_

Рецензент:  
Доцент, кандидат технічних наук  
Козир Олег Васильович \_\_\_\_\_

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Приладобудівний факультет  
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)  
Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Юрій КИРИЧУК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту  
Падію Миколі Олександровичу**

1. Тема дисертації «Автоматизована система контролю мікроклімату серверної кімнати» науковий керівник дисертації доцент, кандидат технічних наук кафедри АСНК Богдан Галина Анатоліївна, затверджені наказом по університету від «\_08\_» \_\_11\_\_ 2023 р. №\_5188-с

2. Термін подання студентом дисертації

---

3. Об'єкт дослідження: процес контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати

4. Вихідні дані: предмет дослідження – автоматизована система контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати.

5. Перелік завдань, які потрібно зробити: розглянути існуючі вимоги до параметрів мікроклімату серверної кімнати; проаналізувати існуючі аналоги систем контролю параметрів мікроклімату; розробити структурну схему автоматизованої системи; здійснити підбір елементної бази; розробити алгоритми обробки та передачі даних; розробити макет системи; розробити сайт системи.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 5 плакатів

7. Орієнтовний перелік публікацій:

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап-проектів	Завідувач кафедри економічної кібернетики, Доктор економічних наук, професор Бояринова Катерина Олександрівна		

9. \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ видачі \_\_\_\_\_ завдання \_\_\_\_\_

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Формулювання завдання магістерської дисертації	15.09.2023	Виконано
2	Аналітичний огляд існуючих систем контролю мікроклімату серверної кімнати	25.09.2023	Виконано
3	Розроблення структурної схеми системи	10.10.2023	Виконано
4	Вибір елементної бази	20.10.2023	Виконано
5	Розробка алгоритмів обробки та передачі даних	10.11.2023	Виконано
6	Розробка макету автоматизованої системи	20.11.2023	Виконано
7	Розробка сайту автоматизованої системи	27.11.2023	Виконано
8	Розробка стартап-проекту	03.12.2023	Виконано
9	Формулювання висновків та оформлення пояснювальної записки та презентації	25.12.2023	Виконано

Студент

Микола ПАДІЙ

Науковий керівник

Галина БОГДАН

## РЕФЕРАТ

### Актуальність теми

На сьогоднішній день, переважна більшість компаній використовує високотехнологічне інформаційне обладнання для забезпечення своєї діяльності. Для надійного функціонування та безперебійної роботи таких інформаційних систем необхідно використовувати спеціальне серверне приміщення в якому розташовують телекомунікаційне обладнання.

Надійність та ефективність роботи цих серверних кімнат напряму пов'язана з умовами їх експлуатації, зокрема з мікрокліматом. У цьому контексті стає важливим розглядати інтегровані системи контролю мікроклімату, які забезпечують оптимальні умови для надійності та ефективності використання обладнання.

Розвиток інформаційних технологій та застосування IoT технологій дає можливість для модифікації та удосконалення систем контролю параметрів мікроклімату у напрямку зменшення їх собівартості, розширення функціональних можливостей, підвищення точності та швидкодії.

В даній магістерській дисертації розроблено автоматизовану систему на основі платформи Arduino UNO та датчика DHT21 для постійного відстеження та передачі даних щодо зміни кліматичних умов всередині серверної кімнати. Дана система дозволяє використовувати і інші види датчиків (датчики диму, пилу, полум'я та інше), що суттєво розширює її функціональні можливості. Система передбачає реєстрацію параметрів, які підлягають обов'язковому контролю та послідууючу їх обробку і передачу на сервер для подальшого зберігання. Для вирішення поставленої задачі було розроблено сайт автоматизованої системи, на якому можливо в реальному часі відстежувати зміни, які відбуваються в мікрокліматі серверної кімнати.

Спроектowana система моніторингу параметрів мікроклімату визначає рівень вологості та температуру повітря в серверній кімнаті, та порівнює їх з

оптимальними значеннями при необхідності, в автоматичному режимі здійснюються заходи для повернення контрольованих параметрів в межі норми. Система здатна попереджувати власників при настанні надзвичайних ситуацій в контрольованому приміщенні та спроектована для цілодобової безперервної роботи.

### **Мета і задачі дослідження**

**Мета дослідження** – автоматизація дистанційного контролю параметрів мікроклімату серверного приміщення, шляхом проведення моніторингу в реальному часі, з метою забезпечення їх оптимальних значень.

Для досягнення поставлених цілей були вирішені наступні **задачі**:

- 1) розглянуті вимоги до значень параметрів мікроклімату серверної кімнати;
- 2) огляд існуючих аналогів;
- 3) розроблення структурної схеми системи;
- 4) розробка прототипу автоматизованої системи;
- 5) розробка та оптимізація алгоритмів обробки та передачі інформаційних даних;
- 6) розробка сайту автоматизованої системи;
- 7) розрахунок економічної складової.

**Об'єкт дослідження** – процес контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати.

**Предмет дослідження** – автоматизована система контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати.

**Методи дослідження** Для вирішення поставлених задач використовувались методи моделювання та програмування; положення теорії автоматичного керування; методи створення автоматизованих вимірювальних мікропроцесорних систем; методи математичної статистики та обробки експериментальних результатів.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

1) Удосконалення системи контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати за рахунок використання системних рішень для моніторингу, збереження, аналізу та обробки зібраних даних.

### **Практичне значення результатів дисертації**

1) Реалізовано автоматизовану систему для моніторингу параметрів повітря серверної кімнати

### **Ключові слова**

Серверна кімната, мікроклімат, Arduino UNO, мікропроцесорна система.

## ABSTRACT

Relevance of the Topic - Currently, the majority of companies employ high-tech information equipment to support their operations. To ensure the reliable functioning and uninterrupted operation of such information systems, it is necessary to utilize specialized server rooms housing telecommunication equipment.

The reliability and efficiency of these server rooms are directly linked to the conditions of their operation, particularly the microclimate. In this context, it becomes crucial to consider integrated climate control systems that provide optimal conditions for the reliability and efficiency of equipment utilization.

The development of information technologies and the application of IoT technologies enable the modification and improvement of climate parameter control systems, aiming to reduce their cost, expand functional capabilities, and enhance accuracy and speed.

In this master's dissertation, an automated system based on the Arduino UNO platform and DHT11 sensor has been developed for continuous monitoring and data transmission regarding changes in climatic conditions within a server room. This system allows the integration of various sensors (smoke, dust, fire, etc.), significantly expanding its functional capabilities. The system records parameters subject to mandatory control, processes them, and transmits the data to a server for further storage. To address this objective, a website for the automated system has been developed, providing real-time tracking of changes in the server room's microclimate.

The designed climate parameter monitoring system determines the levels of humidity and air temperature in the server room. If necessary, it automatically takes measures to return controlled parameters to normal ranges. The system is capable of alerting owners in case of emergencies in the monitored premises and is designed for continuous 24/7 operation.

Research Objectives and Tasks - The research aim is the automation of remote control over the microclimate parameters of a server room through real-time monitoring to ensure their optimal values. To achieve these goals, the following tasks were addressed:

- 1) Examination of requirements for microclimate parameters in the server room.
- 2) Review of existing analogs.
- 3) Development of the system's structural scheme.
- 4) Prototyping of the automated system.
- 5) Development and optimization of algorithms for processing and transmitting informational data.
- 6) Creation of a website for the automated system.
- 7) Economic component calculation.

Research Object - The process of monitoring microclimate parameters in a server room.

Research Subject - The automated system for controlling server room microclimate parameters.

Research Methods - To address the set tasks, modeling and programming methods were employed, along with principles of automatic control theory, methods for creating automated microprocessor measurement systems, and statistical and experimental data processing methods.

Scientific Novelty of Obtained Results:

1) Improvement of the server room microclimate parameter control system through the use of systemic solutions for monitoring, storage, analysis, and processing of collected data.

Practical Significance of Dissertation Results:

1) Implementation of an automated system for monitoring server room air parameters.

Keywords: Server room, microclimate, Arduino UNO, microprocessor system.



## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	4
ABSTRACT .....	7
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	11
ВСТУП .....	12
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	13
1.1. Вплив кліматичних факторів на мікроклімат серверної кімнати.....	13
1.2. Аналіз існуючих систем контролю кліматичних показників у приміщеннях .....	15
1.3. Моніторинг серверної кімнати. Рекомендовані стандарти.....	27
1.4. Вимоги до системи контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати.....	29
Висновки до I розділу .....	30
РОЗДІЛ II. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ.....	31
Висновки до II розділу.....	33
РОЗДІЛ 3 .....	34
3.1 Формування апаратної частини .....	34
3.1.1 Датчик температури та вологості DHT11 .....	34
3.1.2. Центральний мікроконтролер Arduino Uno.....	36
3.1.3 ESP 8266 ммікроконтролер для використання Wi-Fi.....	37
3.2 Формування програмної частини .....	39
3.2.1 Сервер і база даних для обробки і зберігання даних.....	39
3.2.2 Веб застосунок.....	44

3.3. Практична реалізація модуля.....	52
Висновки до III розділу .....	58
РОЗДІЛ IV. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ.....	59
4.1. Опис ідеї проекту технології.....	59
4.2. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	67
4.3. Розроблення ринкової стратегії проекту .....	77
4.5. Організація реалізації стартап-проекту .....	85
Висновки до IV розділу .....	88
ВИСНОВКИ.....	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90
ДОДАТКИ.....	96

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**

IoT (Internet of Things) –інтернет речей

СК – серверна кімната

## ВСТУП

На сьогоднішній день, практично всі підприємства великого, середнього та малого бізнесу використовують в своїй роботі телекомунікаційне обладнання та IoT технології [1]. По суті, першим кроком при розгортанні комунікаційної структури, будь-якої компанії, – є створення і організація data-центрів (серверних кімнат). В загальному випадку, серверна – це спеціально обладнана кімната в якій розташовують сервера, силові кабелі, певний тип техніки та електроприладів. різноманітне обладнання, спрямоване на забезпечення інфраструктури та обслуговування ІТ-систем. Основні компоненти, які можуть бути розташовані в серверній кімнаті, включають: сервери, мережеве обладнання, системи зберігання даних, системи живлення та інше.

Відповідно до наказу № 608 від 23.10.2019 Державної служби України з надзвичайних ситуацій [2] такі приміщення мають бути оснащені: системою контролю доступу; системою відеоспостереження; системою автономного електроживлення; системою пожежегасіння; системою клімат-контролю (вентиляція, температура, вологість); структурованою кабельною системою; системами гарантованого електропостачання.

Дана робота присвячена розробці автоматизованої системи клімат-контролю серверною кімнати, тому що забезпечення оптимальних параметрів повітря у кімнаті є актуальним завданням, оскільки при роботі обладнання серверної кімнати виділяється значна кількість тепла. Крім того, недотримання рекомендованих нормативів, щодо температури та вологості повітря може призвести до виходу з ладу обладнання, що в свою чергу, не лише зупинить роботу підприємства, але і призведе до значних матеріальних збитків.

## РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Серверні (Рис.1.1.) - це спеціальні приміщення, де розміщують стелажі та шафи з мережевим обладнанням [1].



Рисунок 1.1. Зовнішній вигляд серверної кімнати

Вихід обладнання з працездатного стану або його тимчасовий простій можуть призвести до значних матеріальних і фінансових втрат [3]. Для забезпечення нормальної роботи необхідно в реальному часі контролювати та регулювати параметри мікроклімату в серверних приміщеннях.

Розглянемо вплив кліматичних факторів на мікроклімат серверної кімнати та існуючі системи контролю параметрів мікроклімату.

### **1.1. Вплив кліматичних факторів на мікроклімат серверної кімнати.**

Мікроклімат це стан внутрішнього середовища приміщення, яке характеризується показниками температури та вологості повітря.

Як зазначено у роботі [3], встановлення якісної системи контролю мікроклімату в серверній кімнаті дозволить: уникнути перебоїв у роботі мережевого обладнання, підвищити строк його роботи; зменшити витрати на оновлення серверних пристроїв та інше.

У міжнародному стандарті TIA/EIA-569 наведені основні вимоги до організації серверних кімнат [4]. Впроваджений всесвітньо, цей стандарт виник як результат спільної розробки Канади та США. Він ставить вимоги не лише до приміщення, але й до освітлення, проводки, навантаження на підлогу, параметрів мікроклімату середовища та інше. Причому, згідно даного стандарту, забезпечення відповідності кліматичних факторів заданим параметрам відноситься до критично важливих вимог.

В загальному випадку, без урахування специфічних особливостей окремих серверних, обов'язковому контролю підлягають наступні кліматичні параметри: температура та вологість. Стандарт [4] визначає їх нормовані значення:

- температура в приміщенні +18 С ... +27 С,
- відносна вологість повітря при 24 С від 40 до 60%.

Така система повинна працювати цілодобово на протязі всього року.

Оцінимо причини та наслідки впливу кліматичних факторів на обладнання СК (Таблиця 1.1.)

Таблиця 1.1.

Вплив кліматичних факторів на обладнання СК

Кліматичний фактор	Причина впливу на обладнання СК	Наслідок впливу кліматичних факторів на обладнання СК
Температура	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виділення тепла обладнанням.</li> <li>2. Наявність системи опалення.</li> <li>3. Вплив зовнішніх факторів (сонячне випромінювання та інше)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вихід обладнання з ладу.</li> <li>2. Зменшення строку служби обладнання.</li> </ol>
Вологість	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погана вентиляція.</li> <li>2. Виникнення конденсату</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вихід з ладу електричних елементів обладнання.</li> <li>2. Корозія електричних елементів.</li> <li>3. Замикання електричних ланцюгів</li> </ol>

В роботах [5-9] проводилось дослідження впливу параметрів клімат забезпечення на потужність серверного обладнання Рис. 1.2.

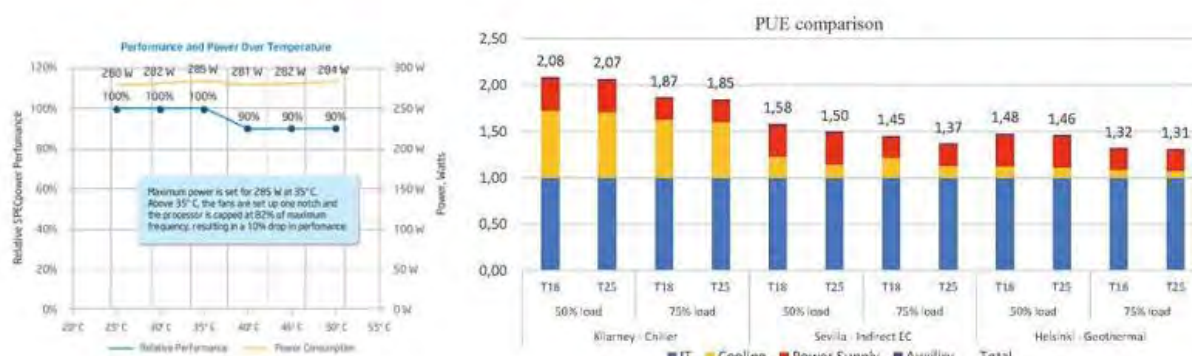


Рисунок 1.2. Вплив температури та вологи на потужність серверного обладнання.

Авторами робіт [5-9] було зроблено висновок, що при збільшені температури та вологості показник ефективної потужності падає.

А отже можна зробити висновок, що для ефективного функціонування обладнання серверної кімнати необхідно забезпечити знаходження показників мікроклімату в межах зазначених в стандарті [4].

## 1.2. Аналіз існуючих систем контролю кліматичних показників у приміщеннях

Патентний пошук [10-15] показав, що по своїй структурі існуючі систем контролю мікроклімату приміщень подібні. Таким чином, можна зробити висновок, що система керування кліматом виробничих приміщень зазвичай містить три типи пристроїв:

- контролер - керуючий пристрій, що з'єднує всі елементи системи один з одним і зв'язує її з зовнішнім світом;
- датчики - пристрої, які отримують інформацію про зовнішні умови;
- виконавчі механізми - пристрої, які безпосередньо виконують команди контролера.

Відмінність між пристроями розглянутими в роботах [10-15] полягає у використанні різних типів датчиків та систем обробки інформації і способу зворотного зв'язку між блоками системи.

Так в роботі [10] комп'ютерна системі контролю і керування мікрокліматом робочого місця здійснює контроль температури, вологості, освітленості за рахунок використання комп'ютера з програмами контролю та управління. Структурна схема системи приведена на Рис.1.3

Система складається з: сенсорів температури 1, освітлення 2 та вологості 3, виходи яких підключені до входів мікроконтролерного інформаційно-вимірювального блоку 4, вихід якого з'єднаний з послідовним портом 5 комп'ютера 6, паралельний порт 7 комп'ютера 5 з'єднаний через інтерфейс зв'язку 8 з входом блоку управління 9, до виходу якого підключені пристрої освітлення 10 робочого місця, обігріву 11, зволоження 12, та охолодження 13 повітря.

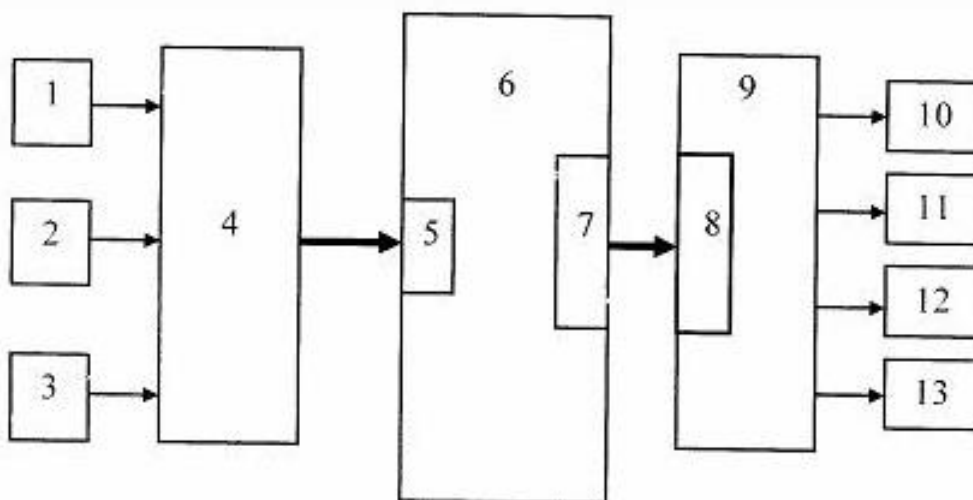


Рисунок 1.3 – Структурна схема комп'ютерної системі контролю і керування мікрокліматом робочого місця



В даній системі вся інформація від давачів надходить в комп'ютерний блок, де аналізується і в залежності від отриманих результатів формуються керуючі імпульси.

В роботі [11] пристрій призначений для визначення показників мікроклімату та вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі. Він дозволяє одночасно проводити вимірювання дванадцяти параметрів атмосферного повітря в автоматичному режимі, із використанням датчиків температури, відносної вологості, атмосферного тиску, освітленості, вмісту шкідливих газів: монооксиду карбону, діоксиду карбону, аміаку, сірководню, оксиду азоту(I), оксиду азоту(IV), метану і формальдегіду та аналізу і обробки інформації за допомогою мікроконтролера. Керуючі сигнали генеруються вторинним приладом. Структурна схема системи приведена на Рис.1.4.

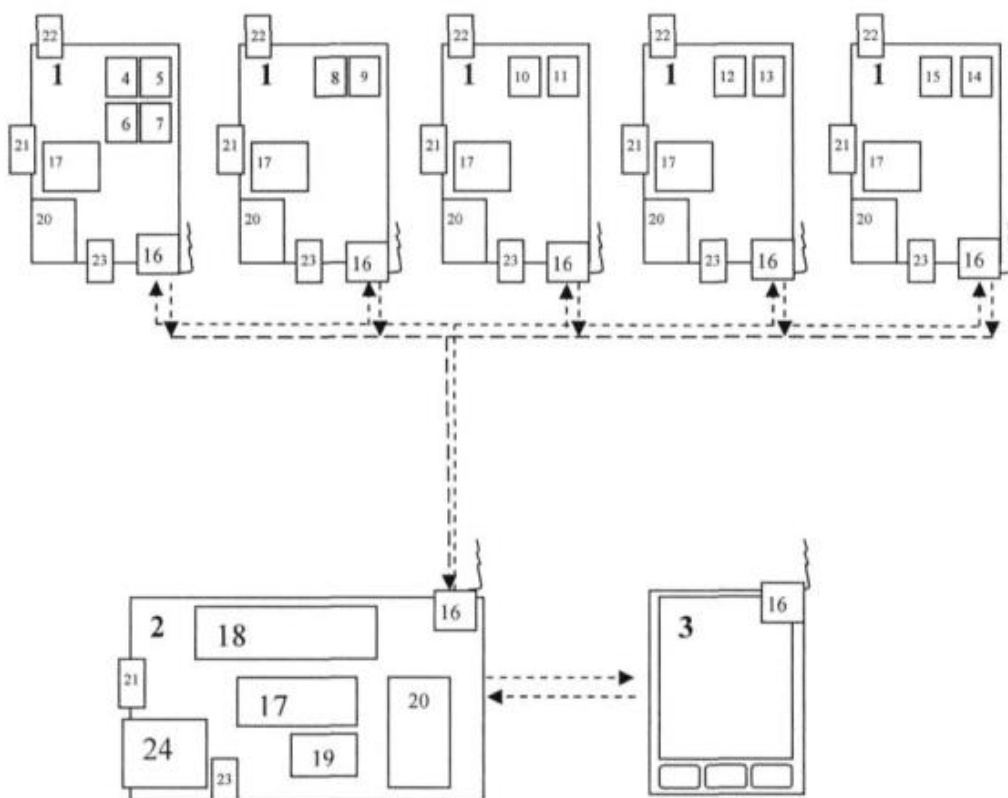


Рисунок 1.4 – Структурна схема системи для визначення показників мікроклімату та вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Пристрій складається з п'яти вимірювальних модулів 1 та модулів керування 2 і обробки інформації 3. Пристрій забезпечений радіоадаптерами безпроводної мережі 16, для одночасного безпроводного підключення вимірювальних модулів 1 до модулів керування 2 та обробки інформації 3 за допомогою радіоканалу, що суттєво розширює можливі області застосування такого пристрою.

Для вирішенні задачі контролю мікроклімату серверного приміщення ця система має надлишкову кількість датчиків, хоча принцип одночасного використання кількох однакових блоків дозволить контролювати більше за площиною приміщення з використанням одного мікроконтролера, крім того можливість безконтактної передачі даних суттєво спрощує встановлення датчиків.

До загальних недоліків систем розглянутих в джерелах [10-13, 15] можна віднести складність конструкції, низьку універсальність, підвищене енергоспоживання.

В патенті [14] реалізовано електронний аналізатор параметрів мікроклімату приміщення для системи "розумний дім", який не має перелічених недоліків. Він складається з засобів, що дозволяють вимірювати температури повітря, атмосферний тиск, вологість повітря та освітленість, модуль обробки даних та радіочастотний модуль для передачі отриманої інформації та сигналів зворотного зв'язку. Структурна схема система приведена на Рис. 1.5.

Електронний аналізатор параметрів мікроклімату приміщення включає детектор температури (1), детектор атмосферного тиску (2), детектор вологості повітря (3), детектор освітленості (4), які з'єднані із модулем обробки даних (5), що оснащений пристроєм конвертації та формування пакету даних (6) та з'єднаний із блоком вставлення ідентифікаторів (7) з двопозиційними перемикачами (8), а також із радіочастотним модулем (9) та шиною обміну 20 даними (10). Все елементи електронного аналізатора живляться від блока

елементів живлення (11), оснащеного контролером живлення (12) та портом Micro-USB (13) за допомогою спільної мережі.

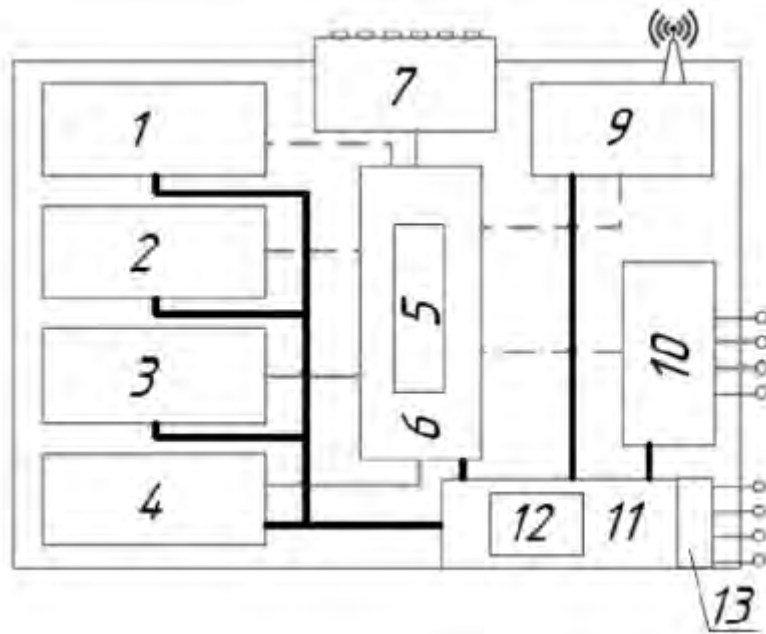


Рисунок 1.5 – Структурна схема аналізатора параметрів мікроклімату приміщення для системи "розумний дім"

В роботі [16] авторами реалізовано систему контролю параметрів мікроклімату приміщення на двох мікроконтролерів Arduino. Для визначення температури використовувались температурні датчики на базі терморезистора DHT11. Дана система проста у виконанні і конкурентоспроможна по собівартості, але не придатна для використання в СК оскільки не контролює вологість повітря.

Можна зробити висновок, що по своїй структурі системи контролю параметрів мікроклімату приміщень підходять для контролю СК. Всі вони будуються на базі мікроконтролерів або мікропроцесорів з використанням датчиків різного типу. Вид і кількість датчиків залежить від поставлених завдань, розміщення та розмірів серверної кімнати. Але вологість та температура повітря, контролюються в будь-якому випадку.

Так авторами статті [17] створена система контролю параметрів мікроклімату СК на базі популярної безкоштовної програми для автоматизації з відкритим вихідним кодом Home Assistant (Рис. 1.6).

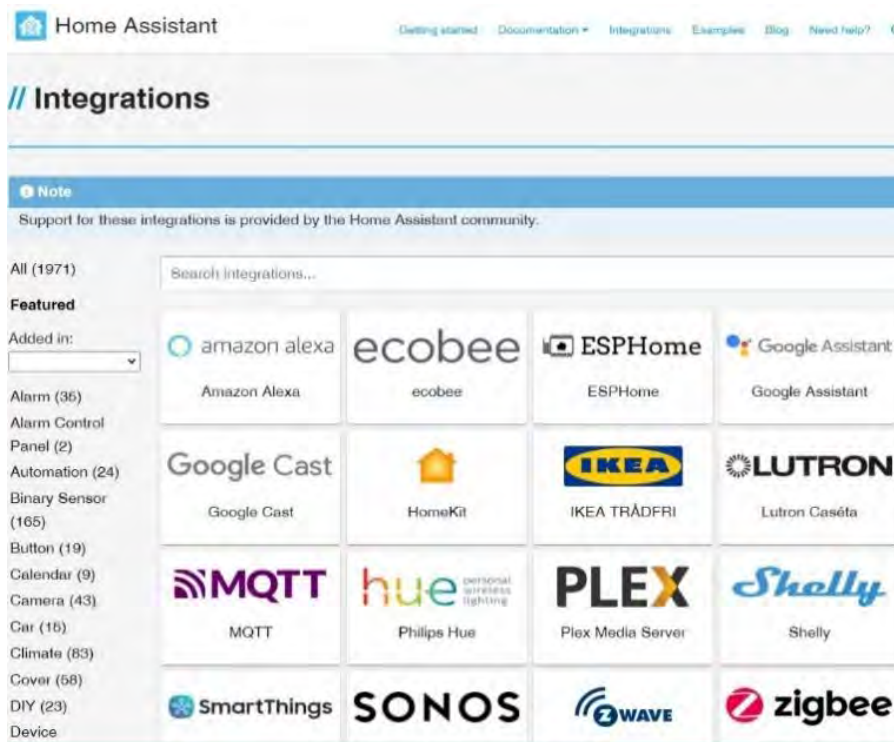


Рисунок 1.6. Домашня сторінка Home Assistant

Ця програмна платформа покращує роботу серверних приміщень завдяки можливостям моніторингу, автоматизації та повідомлення про події за допомогою текстових повідомлень або відеосигналів. Безперервний моніторинг СК здійснюється двома датчиками температури та вологості, датчиком диму, датчиком контролю якості повітря, а також двома камерами відеоспостереження з інфрачервоним та акустичним сповіщенням про рух.

Для визначення температури в приміщенні використовуються інтелектуальні датчики Wi-Fi: Aqara Aqas-soi) та Wsdcgqi Ilm. При можливих несправностях паралельні показання температури з кількох датчиків виявляють відмінності показаннях датчиків.

Використання такого підходу інтеграції в єдиному інтерфейсі управління та моніторингу всіх датчиків та інтелектуальних пристроїв, а також легкий доступ як з веб-сайту, так і з програми робить перспективним використання Home Assistant для побудови автоматизованих систем контролю мікроклімату СК.

Але така система потребує використання високоінтелектуальних датчиків та постійного зв'язку з платформою Home Assistant, що не завжди є раціональним при створенні кліматичних систем.

На вітчизняному ринку системи кліматконтролю серверних приміщень представлені декількома фірмами. Наприклад фірма Кластер [18] пропонує систему моніторингу СК, яка дозволяє вести спостереження за температурою та вологістю повітря. В ній при виявленні сигналів датчиків, які перевищують пороги, система автоматично надсилає СМС-повідомлення одному з клієнтів, з повідомленням про температурний стан серверної і рівень вологості повітря. Ця система може бути використана для керування кондиціонерами в СК, а також має можливість інтеграції з системою звукового оповіщення.

До її переваг відносять: простоту конструкції та доступність, відносно дешевизну.

До недоліків відносять: відсутність можливості відстежувати стан системи в реальному часі.

Розробка фірми KVAZARMICRO система SNMP моніторингу серверної комнати [19] розроблена для використання у відносно невеликих серверних приміщеннях: орієнтовно 5-10 локальних серверів (Рис. 1.7.).

Завдання системи: безперервний локальний моніторинг стану серверного обладнання та мікроклімату серверної кімнати. Оповіщення про аварії в режимі реального часу як локально (звукове сповіщення, повідомлення на екрані локального приладу), так і через мобільний додаток (Android/iOS), а також месенджер Telegram.

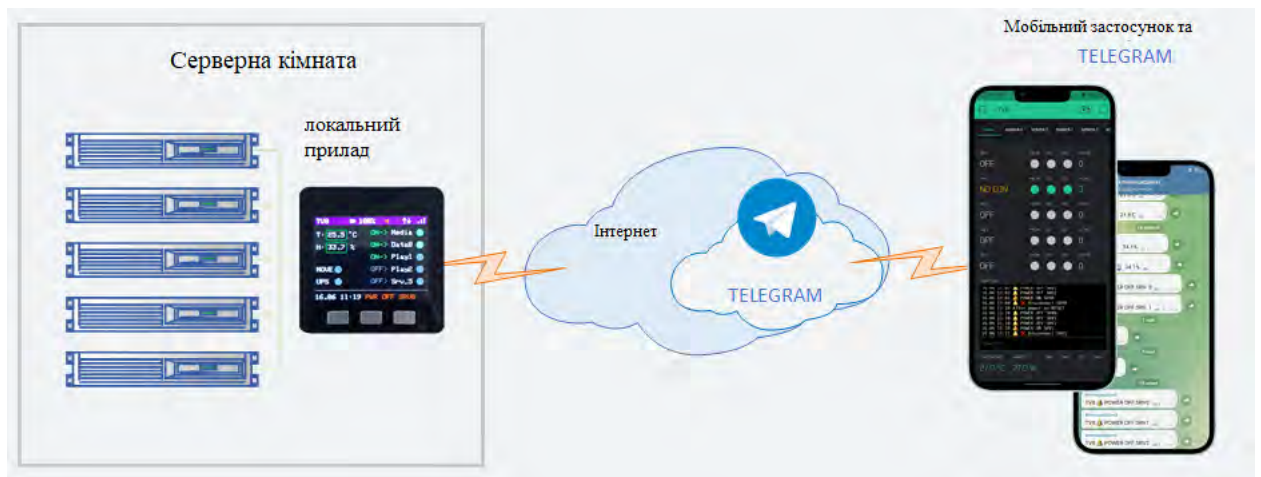


Рисунок 1.7. Система SNMP моніторингу серверної кімнати

Можливості системи: моніторинг серверного обладнання через протокол SNMP. Отримання даних про стан серверів: - температури процесорів, чіпсету, мостів; швидкостей обертання вентиляторів; стани блоків живлення; uptime час роботи серверів. Отримання даних uptime часу роботи операційної системи (наприклад, сервер працює, а ОС зависла – ви побачите це). Отримання даних мікроклімату серверної кімнати – температура, вологість, відчинення дверей (можливе підключення датчика руху), контроль протікання води. Підключення UPS, щодо переходу на роботу від батареї. Контролює важливий Switch або Router (за підтримки SNMP).

Переваги системи: оповіщення операторів про аварійні ситуації в режимі реального часу. Запобігання виходу обладнання з ладу (наприклад, повідомлення про перегрівання процесора на сервері) для своєчасної профілактики/заміни. Автономність та незалежність від людського фактору. Компаніям немає потреби у вакансії локального адміністратора. Простота встановлення та експлуатації.

Недолік: ціна.

На інтернет ресурсі [20] представлені результати порівняння програмного забезпечення для моніторингу навколишнього середовища СК на основі наступних критеріїв:

- Можливість сповіщення оператора на робочому місці;
- Сповіщення через електронну пошту або SMS;
- Варіанти реалізації програмного та апаратного забезпечення;
- Простота налаштування та обслуговування;
- Можливість підключення сенсорів різного типу до базового складу системи;
  - Безкоштовна пробна версія чи гарантія повернення грошей протягом пробного періоду.
  - Співвідношення ціни та якості системи.

По цим критеріям були визначені деякі з найкращих систем моніторингу навколишнього середовища в серверних приміщеннях. Розглянемо найкращі з них.

#### 1. netmon [21].

Ця система моніторингу навколишнього середовища для центрів обробки даних та серверних приміщень підтримує моніторинг температури, швидкості повітряного потоку, виявлення витоків води, моніторинг електроживлення, моніторинг безпеки, виявлення диму та багато іншого.

Дозволяє контролювати серверну кімнату через централізовану панель керування Рис. 1.8. Netmon використовує лінійку датчиків навколишнього середовища Аксп SensorProbe, яка розроблена спеціально для моніторингу серверних стелажів та оповіщення про зміну умов.

Переваги: фізичний пристрій; підходить для СК різного розміру; оповіщення оператора на робочому місці; сповіщення користувачів через SMS; можливість проведення моніторингу продуктивності системи; сенсори системи охоплюють всі умови навколишнього середовища, які потрібно контролювати; наявність демоверсії

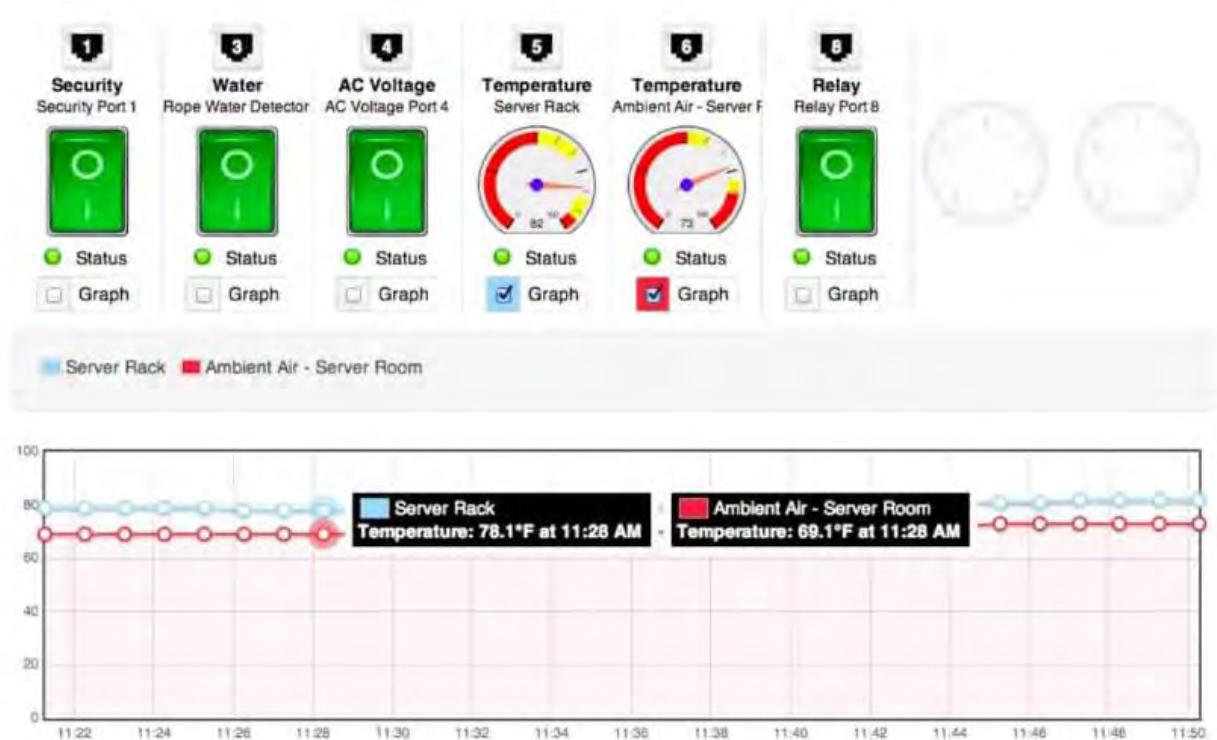


Рисунок 1.8. Централізована панель керування системи netmon

Недолік: ціна.

## 2. tempCube [22]

Цей пристрій (рис. 1.9.) є недорогим рішенням для передачі показів сенсора серверної кімнати у систему моніторингу. Інструмент використовує бездротове з'єднання. Програмне забезпечення пристрою може бути завантажено на мобільні пристрої.

Ця система підходить для підприємств будь-якого розміру. Хоча її використання як монітора СР більше підходить великим підприємствам.

Переваги:

- автономність – може бути розміщеним в будь-якому місці, так як має вбудований акумулятор;
- збирає дані про температуру та вологість через Wi-Fi.
- Можливість перевірки стану систему моніторингу з мобільного пристрою



- Оперативна зміна порогових значень температури та вологості, при перевищенні яких будуть видаватися оповіщення.
- Відправлення оповіщення SMS або електронною поштою



Рисунок 1.9. Сенсорний пристрій tempCube

Недоліки: не має пробної безкоштовної версії; ціна.

### 3. Monnit [23]

Система призначена, як для моніторингу параметрів мікроклімату так і самого обладнання розташованого в СК. До складу системи входять бездротові датчики, які відстежують умови в СК, а потім надсилають цю інформацію на платформу моніторингу через бездротовий шлюз. Хоча система виглядає складною, її можна налаштувати менш ніж за 15 хвилин, що полегшує її розгортання. Коли рішення запущено, ним легко керувати на відстані. Існують програми Android та iOS, які можна використовувати для моніторингу середовищ сервера.

Переваги: можливість контролювати до 70 різних параметрів; бездротове з'єднання, можливість вистежування стану мікроклімату в реальному часі.

Недоліки: ціна, складність.

#### 4. ITWatchDogs [24].

Підходить для контролю параметрів мікроклімату СК. Здатен контролювати такі фактори, як температура, вологість, потік повітря, вода, напруга, потужність, дим, двері, споживання електроенергії.

ITWatchDogs від Vertiv Geist (Рис. 1.10.) розроблено компанією Vertiv Group, яка спеціалізується на забезпеченні обладнанням СК.



Рисунок 1.10 Зовнішній вигляд ITWatchDogs

Переваги системи: відстежує рух, а також напругу, дим, температуру та потік повітря; простий графічний інтерфейс відображає останні сповіщення та поточний статус системи; проста у користуванні.

Недоліки: розроблено під потреби серверних стоек, тому використання поза ними може давати хибні результати.

Проведений аналіз показав, що системи моніторингу мікроклімату приміщення серверної представлені досить широка, як на вітчизняному так і

на закордонному ринку. Системи досить різноманітні по своєму функціональному наповненню. Вони здатні не лише відстежувати зміну температури та вологості повітря, але одночасно виконувати функції охоронних систем (контролюють двері, вікна) та контролювати стан самого обладнання. Більшість з них мають бездротове з'єднання датчиків та серверів з хмарними середовищами. До загальних недоліків можна віднести те, що системи розробляються під певний тип сенсорів фірми розробника системи і не сумісні з іншими. Крім того вони орієнтовані на великі серверні кімнати і н завжди, по своїй ціновій політиці, задовольняють вимоги малого бізнесу. Під кожному систему розробляється своє власне програмне забезпечення використання якого потребує щомісячної оплати. Через велику кількість параметрів, що контролюються вони складні в розгортанні.

Тому розробка недорогої, універсальної, простою у використанні системи контролю параметрів мікроклімату для СК є актуальною задачею на сьогоднішній день.

### **1.3. Моніторинг серверної кімнати. Рекомендовані стандарти.**

В даному розділі розглянемо рекомендації щодо кількості та місця розташування сенсорів температури та вологості в СК сформованих на основі стандарту ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2022, «Стандарт енергоефективності для об'єктів та будівель, за винятком малоповерхових житлових будівель» [25].

Відповідно до даних представлених на ресурсі [26] обов'язковому моніторингу підлягає: вологість та температура в кімнаті; температура біля систем обігріву, вентиляції та кондиціонування; температура на вході та виході серверної стойки. Рекомендації щодо місця розташування і типу сенсорів наведені в таблиці 1.2 [26].

Відповідно до стандарту ASHRAE [25] та Таблиці 1.2. для здійснення моніторингу параметрів мікроклімату на рівні стойки СК необхідно

використовувати не менше 6 сенсорів температури. Датчики встановлюють зверху, посередині, і внизу, ззаду і спереду від стойки.

Таблиця 1.2

Рекомендації по розташуванню сенсорів температури та вологості у серверній кімнаті

Область застосування	Розташування сенсорів	Нормовані значення параметру	Рекомендовані датчики
Вологість в кімнаті		40% - 60%	Датчик вологості
Температура в кімнаті	В місцях підвищеної температури	18-27°C	Датчик температури
Моніторинг обігріву, вентиляції та кондиціонування	Біля кожного пристрою обігріву, вентиляції та кондиціонування для моніторингу їх робочого стану.	18-27 ° C біля стійки рівень вологості в кімнаті 40-60%	Датчик температури і вологості
Температура на вході в стійку	ASHRAE рекомендує 3 для кожної стойки: спереду (зверху, посередині, і внизу).	18-27°C	Датчик температури
Температура на виході зі стойки	ASHRAE рекомендує 3 для кожної стойки: ззаду (зверху, посередині, і внизу).	Менш ніж 20 ° C	Датчик температури

Моніторинг навколишнього середовища в кімнаті проводиться з використанням серверів вологості і температури. Датчики температури і вологості встановлюють:

- в потенційно "гарячих" зонах усередині серверної;
- біля кондиціонерів, щоб випередити поломку цих систем.

Для невеликих за розмірами СК можна використовувати, як провідні так і бездротові сенсори. Дротові датчики дозволяють зменшити собівартість системи, в той час як бездротові більш зручні у використанні.

#### **1.4. Вимоги до системи контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати**

На основі проведеного аналізу в пунктах 1.2 та 1.3 можна сформулювати вимоги до системи контролю мікроклімату в серверній кімнаті:

1. Система повинна забезпечити дотримання оптимальних рівней вологості та температури для підтримання працездатного стану обладнання серверної кімнати.
2. Система призначена для роботи в цілодобовому режимі на протязі року.
3. При використанні повітряного охолодження вимірювання температури і вологості має проводитися на висоті 1.5 метра від підлоги.
4. Забезпечити можливість оперативної зміни оптимальних критеріїв температури та вологості повітря під час експлуатації системи;
5. Можливість передачі інформацію на віддалені пристрої за допомогою мережі Wi-Fi;
6. Можливість розширення функціональних можливостей системи.
7. Похибка вимірювання температури не повинна перевищувати  $\pm 0,5$  °C.
8. Діапазон вимірювання температури повинен змінюватись від 0 до +60 °C.
9. Похибка виміру вологості становить від 2 до 5%.
10. Діапазон вимірювання вологості від 0 до 100%.
11. Швидкість вимірювання показників температури та вологості – від 0,5 до 1 хвилини.

## Висновки до I розділу

Як показав проведений аналіз літературних джерел розробка автоматизованої системи контролю мікроклімату серверної кімнати, особливо для задоволення вимог середнього бізнесу, є актуальним завданням на сьогоднішній день. Така система має мати модульний характер з можливістю функціонального розширення під потреби замовника.

В розділі 1 було розглянуто нормативні документи, які визначають параметри, які підлягають обов'язковому контролю та їх оптимальні параметри для серверної кімнати. Проведено аналіз існуючих аналогів. Розглянуто їх функціональні можливості, недоліки і переваги. Зроблено висновок, що не дивлячись на широкий спектр функціональних можливостей існуючі системи орієнтовані на потреби великих за розмірами серверних кімнат.

Розглянуті стандарти, що визначають тип сенсорів їх кількість та розташування в залежності від зони контролю.

Сформульовані технічні вимоги до автоматизованої системи контролю мікроклімату серверної кімнати.

## РОЗДІЛ II. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ

На малюнку 2.1 представлено структурну схему пристрою.

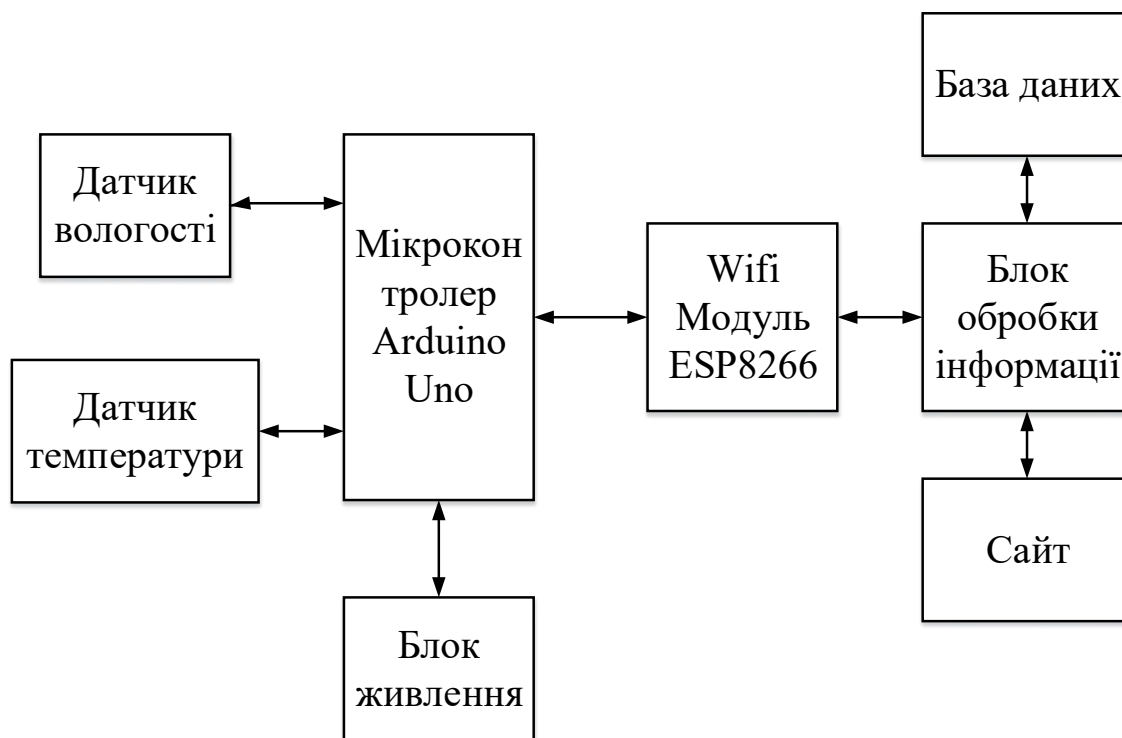


Рисунок 2.1. Структурна схема автоматизованої системи контролю мікроклімату серверної кімнати

Вхідним блоком даної системи є датчики вологості та температури, які контролюють температуру повітря в межах від 0 до +60 °C та вологість - від 0 до 100%. Сенсори підібрані таким чином щоб задовольняти технічні умови зазначені в пункті 1.4 першого розділу. При потребі номенклатура сенсорів може бути розширена. Додатково можна додати датчики пилу, диму, полум'я та інші.

Інформаційні дані з сенсорів поступають на мікроконтролер. В даному випадку було використано мікроконтролер на базі Arduino Uno. У випадку більшої кількості датчиків доцільніше використовувати більш потужні мікроконтролери. В даному випадку було використано провідне з'єднання

датчиків та електронної частини системи. У випадку контролю великих приміщень доцільніше використати бездротове з'єднання, оскільки це суттєво спростить розгортання сенсорної частини автоматизованої системи.

З мікроконтролера дані передаються на блок обробки інформації за допомогою Wifi модуля.

Блок обробки інформації може бути розташовано на будь якому хмарному ресурсі і по суті він поєднаний з веб застосунком системи. Там же розташовано і базу даних системи.

Керування автоматизованою система, зміна оптимальних параметрів мікроклімату приміщення, попередження власників, відслідковування за поточним станом здійснюється за допомогою розробленого веб застосунку.



## **Висновки до II розділу**

Проведено обґрунтування вибору структурної схеми автоматизованої системи контролю мікроклімату серверної кімнати.

Розглянуто призначення основних блоків системи та її основні функціональні можливості.

## РОЗДІЛ 3

### 3.1 Формування апаратної частини

#### 3.1.1 Датчик температури та вологості DHT11

Для розробки прототипу пристрою для моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах, використовувався датчик температури та вологості DHT11. Цей датчик є популярним і доступним засобом для вимірювання відносної вологості та температури, складаючись із ємнісного датчика температури та гігрометра.

Внутрішній механізм датчика включає аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який перетворює аналогові сигнали у цифровий формат. Отримані дані з АЦП представлені у цифровому коді, спрощуючи загальну схему пристрою.

Цифровий датчик використовує протокол, який передбачає використання одного провідника/шини з відкритим колектором для забезпечення зв'язку. Таким чином, обов'язковим є підключення підтягуючого резистора з опором 10 кОм до полюсу живлення. На рисунку 3.1. представлено зовнішній вигляд датчика температури та вологості DHT11.

Даний вибір датчика обумовлений його ефективністю, доступністю та здатністю точно вимірювати параметри мікроклімату, що робить його ідеальним компонентом для розробки системи моніторингу.



Рисунок 3.1. Зовнішній вигляд датчика температури і вологості DHT11

Нижче в таблиці 3.1 представлені основні технічні властивості, які потрібно були враховані при виборі і подальшому конструюванні.

Таблиця 3.1

Основні технічні властивості датчика температури і вологості DHT11

Напруга живлення	3.5V ... 5.5V
Точність вимірювання відносної вологості	+ - 5%(максимальна похибка)
Точність вимірювання температури	+ - 2% (максимальна похибка)
Ефективні межі вимірювання вологості	5%-95% RH
Ефективні межі вимірювання температури	-20°C ~ 60°C
Споживання струму	2.5 мА (максимальне значення при генерації даних)
Частота вимірювань	1 Гц (1 вимір кожному секунду)
Кількість конекторів	4
Розміри	15.5мм * 12мм * 5.5мм

Датчик температури та вологості DHT11 оснащений чотирма конекторами, кожен з яких виконує свою унікальну функцію. Загальний опис конекторів показаний в таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Опис конекторів датчика DHT11

Назва конектора	Призначення
VCC	Живлення
GND	Земля
DATA	Дані (вимірювані значення)
NC	Не підключений

Отже, датчик DHT11 обрано для вимірювання температури та вологості в серверних кімнатах з ряду конкуруючих пристроїв, враховуючи його певні переваги. Завдяки його достатній точності та доступності, DHT11 стає

ідеальним рішенням для забезпечення надійного моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Його простота використання та ефективність в поєднанні з доступністю і низькою вартістю роблять його оптимальним вибором.

### 3.1.2. Центральний мікроконтролер Arduino Uno

Представлена автоматизована система контролю мікроклімату для серверних кімнат використовує мікроконтролер Arduino Uno, що має за основу чіп ATmega328. Ця платформа пропонує можливість використання 14 цифрових входів або виходів, включаючи 6 пінів, які можуть діяти як виходи з можливістю модуляції ширини імпульсів (ШІМ). Додатково, Arduino Uno оснащено 6 аналоговими входами, USB-роз'ємом для з'єднання з комп'ютером, роз'ємом для живлення мікроконтролера, кварцовим генератором на 16 МГц, роз'ємом ICSP і кнопкою для перезавантаження системи [27].

Для забезпечення коректної роботи системи контролю мікроклімату важливо підключити Arduino Uno до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або подати живлення через відповідний роз'єм. Мікроконтролер володіє вбудованим стабілізатором напруги, що дозволяє йому працювати при напрузі від 6 В до 20 В. На рисунку 3.2 представлено зображення мікроконтролера.

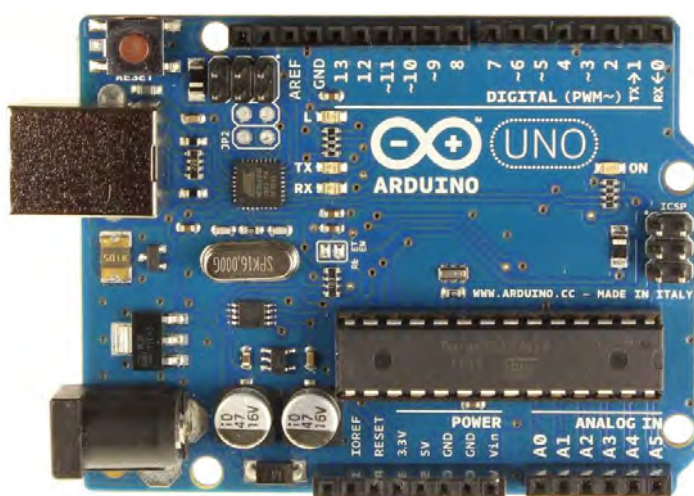


Рисунок 3.2. Зовнішній вигляд мікроконтролера Arduino UNO

Нижче в таблиці 3.3 представлені основні технічні властивості мікроконтролера, які потрібно були враховані при виборі і подальшому конструюванні.

Таблиця 3.3

Технічні характеристики Arduino Uno

Параметр	Специфікація
Чіп	ATmega168
Діюча напруга	5V
Рекомендована напруга	7-12V
Максимальні межі напруги	6-20V
Кількість цифрових пінів	14
Кількість аналогових пінів	6
Flash пам'ять	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Частота	16 MHz

### 3.1.3 ESP 8266 мікроконтролер для використання Wi-Fi

Цей модуль є одним з найпоширеніших, оскільки він дуже компактний і коштує лише \$5. Датчик також має певні недоліки, однією з найважливіших є неможливість взаємодії з використанням аналогових датчиків, оскільки в ньому аналоговий вхідний пін недоступний. У проекті не передбачається безпосередня взаємодія аналогових датчиків з ESP8266, тому це обмеження можна пропустити[28].

У вигляді мікроконтролера ESP8266 пропонує простоту використання та можливість передачі даних за допомогою Wi-Fi, що робить його ідеальним для систем моніторингу мікроклімату. Додатково, вбудований Wi-Fi забезпечує безпроблемне підключення до мережі для віддаленого контролю та управління. На рисунку 3.3 показано зовнішній вигляд ESP8266.

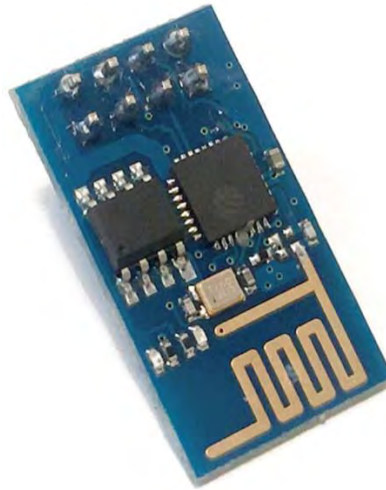


Рисунок 3.3. Зовнішній вигляд мікроконтролера ESP8266

Нижче в таблиці 3.4 представлені основні технічні властивості мікроконтролера, які потрібно були враховані при виборі і подальшому конструюванні.

Таблиця 3.4

Технічні характеристики ESP8266

Параметр	Специфікація
Бітність	32 bit
Процесор	TenSilica L 106
Частота Процесора	80 MHz-160MHz
Оперативна пам'ять	36 Кб
Фізична пам'ять	16 Мб
Вбудований WiFi	2.4GHz підтримує 802.11 b/g/n
Кількість ADC пінів	1 (10 біт розширення)
Кількість GPIO пінів	10
Діюча напруга	3.0V-3.6V
Споживання електроенергії	80mA (середнє значення)
Межі оптимальної температури	-40°C - 125°C

У цьому підрозділі 3.1 вирішувалися ключові аспекти формування апаратної частини системи моніторингу мікроклімату для серверних кімнат.

Були вибрані та обгрунтовані компоненти, які оптимально відповідають вимогам проекту.

Датчик DHT11 був обраний через свою ефективність, доступність та здатність точно вимірювати параметри мікроклімату. Його внутрішній механізм з аналого-цифровим перетворювачем та простий протокол забезпечують надійні дані. Датчик вологості та температури DHT11 виявився ідеальним рішенням для системи моніторингу, забезпечуючи нам потрібну точність та надійність.

Мікроконтролер Arduino Uno обраний за своєю гнучкістю та розширеними можливостями використання. Забезпечуючи 14 цифрових входів/виходів, 6 аналогових входів та широкий функціонал, Arduino Uno є ідеальним "мозком" системи. Його вбудований стабілізатор напруги дозволяє працювати в широкому діапазоні напруги, що робить його відмінним вибором для нашого проекту.

ESP8266 визначається своєю компактністю та доступністю. Основний акцент робиться на можливості передачі даних через Wi-Fi, що ідеально вписується у вимоги віддаленого контролю та моніторингу. Неспроможність взаємодії з аналоговими датчиками не є проблемою для нашого проекту, зрівняно з його перевагами.

За підсумками підрозділу 3.1, вибір компонентів був ретельно обгрунтований, і кожен елемент апаратної частини системи відповідає вимогам та завданням проекту, забезпечуючи оптимальні показники ефективності та функціональності.

## **3.2 Формування програмної частини**

### **3.2.1 Сервер і база даних для обробки і зберігання даних**

Однією з критичних компонентів у реалізації системи є сервер, який відповідає за прийом, обробку та зберігання отриманих даних від модуля

моніторингу мікроклімату. Його функціональність є ключовою для забезпечення ефективного та надійного використання системи.

В проєкті сервер відповідає за:

- **Прийом та обробку даних:** Він отримує дані від мікроконтролера, відсилаючи їх через мережу. При необхідності сервер може обробляти дані, наприклад, проводити калібрування або відфільтровувати аномальні значення для покращення точності.
- **Зберігання в базі даних:** Однією з головних функцій сервера є збереження даних в базі даних. Це дозволяє зберігати історію змін параметрів мікроклімату, що може бути корисним для подальших аналітичних висновків та виявлення патернів.
- **Надання даних адміністратору:** Системний адміністратор отримує доступ до збережених даних через веб-інтерфейс, що дозволяє здійснювати моніторинг та управління системою. Сервер повертає останні отримані дані за певний проміжок часу для побудови графіків зміни температури та інших параметрів мікроклімату.
- **Оновлення даних для користувача:** Користувач, відвідуючи веб-сайт моніторингу, отримує доступ до останніх вимірювань та графіків зміни параметрів. Сервер відповідає за постійне оновлення інформації на веб-інтерфейсі для зручного та актуального моніторингу.

Отже, сервер виступає як центральний орган, що забезпечує обмін інформацією між апаратною та програмною частинами системи, що робить його ключовим компонентом для забезпечення функціональності та ефективності всього комплексу.

Для серверної частини системи моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах було вирішено використовувати Node.js разом із фреймворком Express. Ось кілька аргументів, які виправдовують цей вибір:



- Ефективність та Швидкодія: Node.js працює за принципом однопоточності та подій, що забезпечує високу швидкість в обробці багатьох одночасних підключень. Це особливо важливо для систем, де потрібно обслуговувати багато запитів, таких як сервер для моніторингу.
- JavaScript: Використання JavaScript як мови програмування як на стороні клієнта, так і на стороні сервера, спрощує розробку та забезпечує єдність кодової бази.
- Express фреймворк: Express є легким та гнучким фреймворком, що спрощує створення веб-додатків та API. Він дозволяє швидко налаштовувати маршрутизацію, обробляти запити та відповіді, а також забезпечує зручний інтерфейс для взаємодії з базою даних.
- Розширюваність: Node.js дозволяє легко масштабувати серверну частину, щоб відповідати зростаючим потребам системи. За потреби можна використовувати додаткові модулі та бібліотеки для покращення функціональності.
- Активна спільнота: Node.js та Express підтримуються великою та активною спільнотою розробників, що забезпечує актуальність, безпеку та підтримку нових функцій.

Express - "мінімальний та гнучкий веб-фреймворк для веб-застосунків на node.js". Основні принципи Express - це мінімалізм та гнучкість. Він пропонує мінімальний шар між розробником та сервером, наголошуючи на принципі "менше - це краще". Гнучкість виражається у можливості розширювати фреймворк, додаючи необхідні елементи функціоналу по мірі необхідності. Express підтримує як односторінкові, так і багатосторінкові веб-застосунки, надаючи розробникам вибір у виборі підходу, який найкраще підходить для їх проєктів[29].

Отже, використання Node.js разом із фреймворком Express вигідно для створення швидкодіючого, ефективного та легко розширюваного серверу моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах.

Безперервний збережений потік даних, отриманих від модуля, потребує стійкої та ефективної бази даних. У даному випадку було обрано MongoDB як систему управління базами даних, оскільки вона відповідає вимогам надійності, гнучкості та високої швидкодії.

MongoDB - потужна, гнучка та масштабована база даних загального призначення. Вона поєднує можливість масштабування з такими функціями, як вторинні індекси, запити в діапазоні, сортування, агрегації та геопросторові індекси [30].

Вибір MongoDB як системи управління базами даних (СУБД) для системи моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах базується на кількох важливих факторах:

- Гнучкість та Схема документів: MongoDB є документоорієнтованою базою даних, а не реляційною. Основна причина відмови від реляційної моделі полягає в полегшенні масштабування, але є й інші переваги. Документоорієнтована база даних замінює концепцію "рядка" більш гнучкою моделлю - "документом". Дозволяючи вбудовані документи та масиви, підхід на основі документів дозволяє представляти складні ієрархічні відносини за допомогою одного запису[4].
- Швидкість читання-запису: MongoDB надає швидку обробку як читання, так і запису даних, особливо при великому об'ємі одночасних операцій. Це важливо для реагування на запити в реальному часі та ефективного зберігання часових рядів даних про мікроклімат.
- Масштабованість: MongoDB дозволяє легко масштабувати базу даних горизонтально (додавання нових серверів). Це важливо для забезпечення доступності та швидкодії при збільшенні обсягу даних.

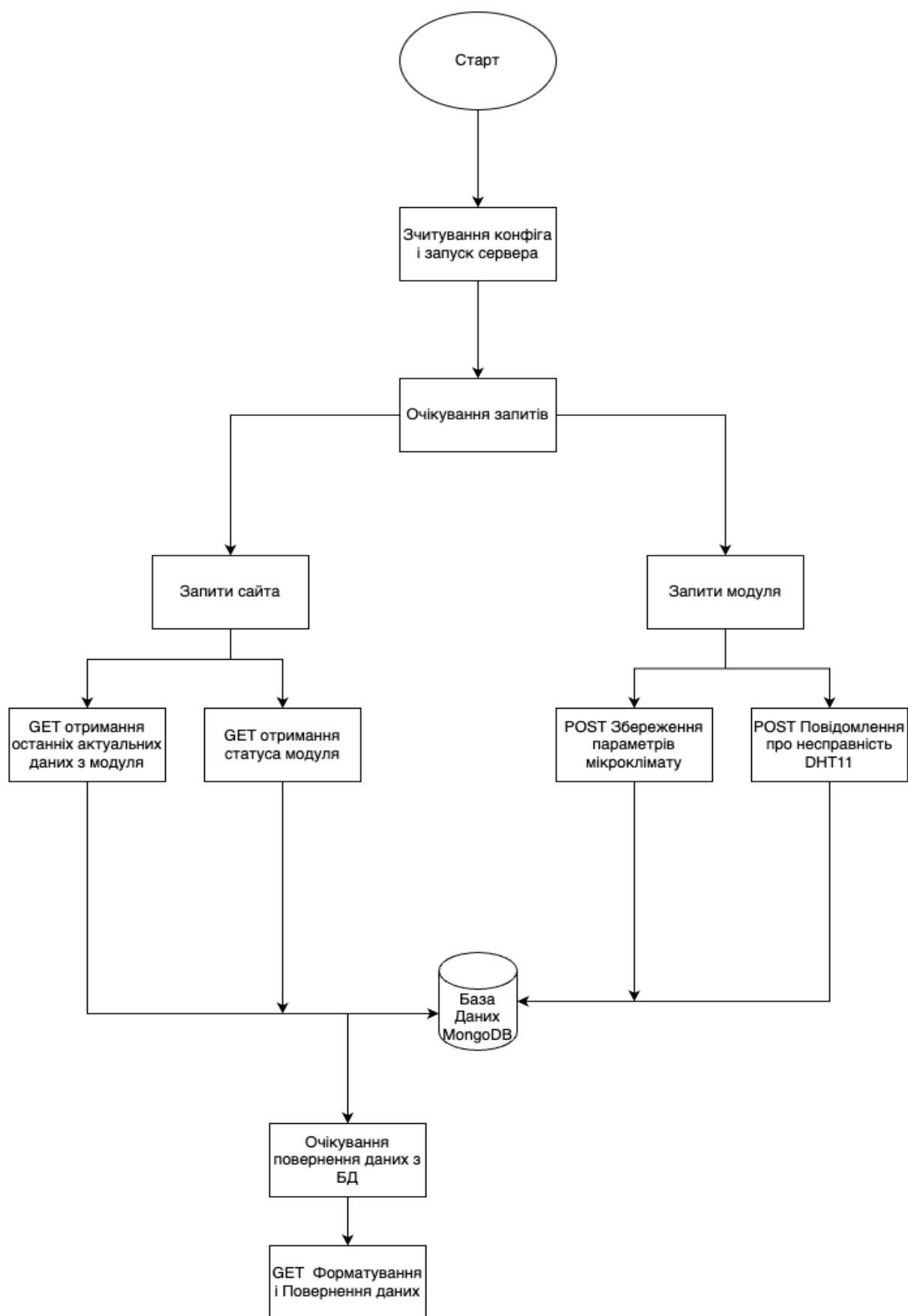


Рисунок 3.4 Діаграма алгоритму роботи сервера

- Доступність та Спільнота: MongoDB є популярною та широко використовується в галузі розробки програмного забезпечення. Її активна спільнота надає підтримку, а також багато ресурсів для навчання та вирішення проблем.
- Вбудована підтримка для JavaScript: MongoDB взаємодіє з JavaScript, що спрощує роботу з базою даних в середовищі, де використовується Node.js.

Таким чином, взаємодія сервера і бази даних визначається взаємозалежністю, де база даних виконує роль надійного сховища інформації, а сервер використовує ці дані для створення актуального та значущого інтерфейсу, який дозволяє користувачам моніторити та контролювати мікроклімат серверних приміщень через веб-інтерфейс. Нижче представлена діаграма алгоритма сервера (рисунок 3.4)

### 3.2.2 Веб застосунок

Сайт представляє собою необхідний інструмент для повноцінного моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Забезпечуючи реальний час, інтуїтивний інтерфейс та розширені можливості аналізу, цей веб-сервіс дозволяє з легкістю контролювати та оптимізувати умови експлуатації обладнання.

Для створення сайту для моніторингу мікроклімату серверних кімнат була обрана комбінація мов програмування та інструментів, яка оптимально відповідає вимогам проекту та забезпечує ефективність розробки і взаємодії з користувачем. Давайте розглянемо кожен складову окремо.

Перша і найголовніша складова, вибір фреймворка поверх стандартного JavaScript. Маємо дуже різноматній вибір, але 3 основних «китів»: Angular, React, Vue.js. TechMagic, а саме Romana Hoekstra провела порівняння цих трьох фреймворків за кількістю найнятих спеціалістів,

проаналізувавши 60.000 спеціалістів, вони дійшли висновку, що аж 78.1% відсотків ринку займають спеціалісти, які використовують React. Детальніше порівняння показано на круговій діаграмі нижче (рисунок 3.5).

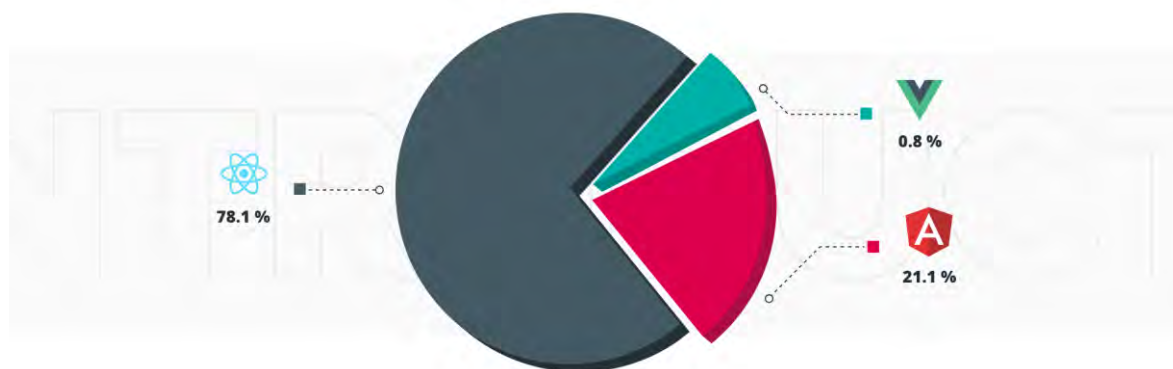


Рисунок 3.5. Розподіл спеціалістів по технологіях React(78.1%), Angular(21.1%), Vue(0.8%)

Далі було проведено комплексне порівняння трьох фреймворків і вибрано React основним і ось чому:

- **Ефективний та Декларативний Підхід:** React пропонує ефективний та декларативний підхід до створення інтерфейсу. Замість написання скриптів для оновлення DOM (Document Object Model), розробники описують, як інтерфейс повинен виглядати в різних станах, і React автоматично відслідковує зміни та оновлює DOM відповідно. Це полегшує розробку та робить код більш читабельним.
- **Компонентний Підхід:** Однією з ключових особливостей React є його компонентний підхід. Весь інтерфейс розділяється на невеликі, автономні компоненти, які можуть бути легко розроблені, тестовані та підтримувані. Це полегшує виправлення помилок, розширення функціоналу та збереження чистоти коду.

- Віртуальний DOM (Document Object Model): React використовує віртуальний DOM для оптимізації оновлення і відображення змін. Замість оновлення кожного елемента окремо, React створює віртуальну копію DOM, порівнює її з поточним станом та вносить лише необхідні зміни. Це призводить до покращеної продуктивності та швидшого відгуку інтерфейсу.
- Однозначний Одиничний Інтерфейс: React дозволяє розробникам створювати однозначні та інтерактивні інтерфейси, що значно полегшує навігацію користувачів та забезпечує їм зручний досвід взаємодії з веб-сайтом.
- Активна Спільнота та Підтримка: React користується значною популярністю та має активну спільноту розробників. Це забезпечує відмінну документацію, регулярні оновлення та доступність широкого спектру допоміжних бібліотек, що спрощують розробку.
- Відомий розробник: React розроблений компанією Facebook, що гарантує його високу якість та актуальність. Велика корпорація забезпечує постійну підтримку, а нові можливості та розробки реалізуються з урахуванням потреб ринку.
- ReactNative: React надає можливість легкого перенесення коду між веб-інтерфейсом та мобільними застосунками. З використанням React Native, перенос функціоналу на мобільні платформи стає надзвичайно простою задачею, що робить його ідеальним вибором для подальшого розвитку та розширення функціоналу нашого проекту.

Окрім JavaScript та бібліотеки React, потрібно додати типізацію для Javascript це полегшить розробку і зробить код чистішим, а це додатковий поштовх для розвитку веб-сайту моніторингу мікроклімату. Давайте розглянемо причини, чому TypeScript став важливою складовою технологічного стеку:

- Статична Типізація: Однією з ключових переваг TypeScript є можливість використання статичної типізації. Це дозволяє визначити типи змінних, аргументів та результатів функцій на етапі розробки. Такий підхід допомагає виявляти та виправляти помилки ще до виконання коду, що підвищує його надійність.
- Підвищена Читабельність: TypeScript робить код більш зрозумілим та читабельним. Визначення типів дозволяє розробникам швидше розуміти, які дані очікувати та які функції можна викликати в конкретних частинах програми.
- Підтримка Останніх Версій JavaScript: TypeScript постійно оновлюється та підтримує останні версії стандарту ECMAScript (ES). Це означає, що ми можемо використовувати найновіші функції та можливості мови, що сприяє підвищенню продуктивності та розширенню можливостей розробки.
- Переваги Розробки З Використанням IDE: Багато інтегрованих середовищ розробки (IDE), таких як Visual Studio Code, надають розширену підтримку для TypeScript, включаючи автодоповнення коду, перевірку типів, рефакторинг та інші корисні функції, що сприяють ефективній розробці.
- Забезпечення Інтерфейсів: Використання TypeScript дозволяє визначати інтерфейси, що полегшує взаємодію між частинами системи та визначення контрактів між різними модулями.

За врахуванням цих переваг, додавання TypeScript до нашого технологічного стеку підвищить якість коду, роблячи його більш надійним, розширюваним та більш читабельним. На рисунку 3.6 представлено логотип TypeScript.



Рисунок 3.6. Логотип Typescript

Для ефективного управління станом додатку та забезпечення масштабованості функціоналу системи моніторингу мікроклімату в серверних приміщеннях, ми обираємо MobX як стейт менеджер, який буде зберігати всі дані від датчиків і дозволити зручно оперувати ними з будь-якого місця в коді. Давайте розглянемо основні переваги та обґрунтуємо цей вибір:

- **Простота та Гнучкість:** MobX славиться своєю простотою в реалізації та використанні. Він надає легкий шлях для управління станом за допомогою простих концепцій, таких як спостерігачі (observers) та реакції (reactions). Це робить його ідеальним для швидкого впровадження та розвитку.
- **Реактивність:** MobX є реактивним стейт менеджером, що означає, що зміни в стані автоматично спричиняють оновлення всіх компонентів, які використовують цей стан. Це полегшує розробку та утримання, оскільки не потрібно вручну керувати оновленнями інтерфейсу користувача.
- **Масштабованість:** MobX дозволяє структурувати стан так, щоб відображати реальну структуру додатку. Його функціональність масштабується легко, навіть для складних додатків, де стан може бути розділений на окремі модулі.



- Інтеграція з React: MobX прекрасно інтегрується з React, що робить його відмінним вибором для розробки веб-інтерфейсу за допомогою цього фреймворку. Оптимізована інтеграція спрощує роботу зі станом та його відображенням в компонентах.
- Підтримка Async Операцій: MobX надає підтримку асинхронних операцій, що важливо для роботи з серверними запитами, оновленням стану та іншими асинхронними взаємодіями.
- Спільнота та Документація: MobX має активну спільноту та добре документовану базу знань, що дозволяє розробникам швидко розвиватися та вирішувати завдання.

Обравши MobX в якості стейт менеджера, враховуємо його переваги для конкретного випадку та впевнені в його здатності забезпечити ефективно та надійне управління станом системи моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Нижче на рисунку 3.7 показаний логотип MobX.



Рисунок 3.7. Логотип MobX

Також будемо використовувати додатково ще таку відому бібліотеку, як Tailwind. Використання Tailwind CSS дозволяє швидко та легко створювати стилізований веб-інтерфейс без необхідності написання великої кількості

власного CSS-коду. Tailwind забезпечує гнучкість та простоту управління дизайном. Нижче на рисунку 3.8 показаний логотип MobX.



Рисунок 3.8. Логотип Tailwind

Для зв'язку з сервером, для отримання даних з датчиків буде використовуватись бібліотека Axios. Axios є потужним інструментом для здійснення HTTP-запитів і обміну даними між клієнтом та сервером. Використання Axios забезпечує надійність та зручність у роботі з асинхронними запитами. Нижче на рисунку 3.9 показаний логотип Axios.



Рисунок 3.9. Логотип Axios

Цей стек технологій обраний з метою максимальної продуктивності та легкості розробки, а також для забезпечення швидкого та ефективного взаємодії з користувачем. Також нижче наведено діаграму алгоритму роботи клієнтської частини (Рисунок 3.10)



Рисунок 3.10. Діаграму алгоритму роботи клієнтської частини

### 3.3. Практична реалізація модуля

На етапі реалізації ключового модуля для моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах вирішили розпочати з інтеграції датчика, призначеного для вимірювання температури та вологості DHT11 в мікроконтролер ArduinoUno. Цей етап визначає стартову точку для збору даних, які є критичними для ефективного моніторингу середовища.

Для цього було завантажено офіційну та інстальовано IDE для програмування Arduino – ArduinoIDE. Після цього наступним кроком потрібно підключити Arduino Uno до комп'ютера за допомогою USB-кабеля. Нижче на рисунку 3.11 показано під'єднану Arduino до комп'ютера.



Рисунок 3.11. Під'єднаний мікроконтролер до комп'ютера

Після запуску IDE першим кроком потрібно вибрати тип плати, який ми використовуємо, в нашому випадку це – Tools > Board > Arduino Uno. Після цього вибираємо порт, який використовується для підключення плати. Можна додатково налаштувати Processor. Але зазвичай він залишається опціональним пунктом. За потреби Windows можуть знадобитись додаткові драйвери. Arduino Uno використовує мікросхему FTDI, тому вам потрібно встановити драйвери FTDI з офіційного веб-сайту FTDI.

Наступним кроком спробуємо завантажити базові приклади на Arduino, щоб перевірити дієздатність і правильність підключення, для цього було виконана така процедура File > Examples > Basics > Blink, детальніше на рисунку 3.12 . Тим самим, ми отримали код, який має заставити миготіти світлодіод на платі. Після цього натискаємо Upload або Verify та Upload для завантаження коду на плату. Бачимо миготливий світлодіод на ардуїно(рисунок 3.13), який вказує на успішну передачу коду, отже всі налаштування вірні.

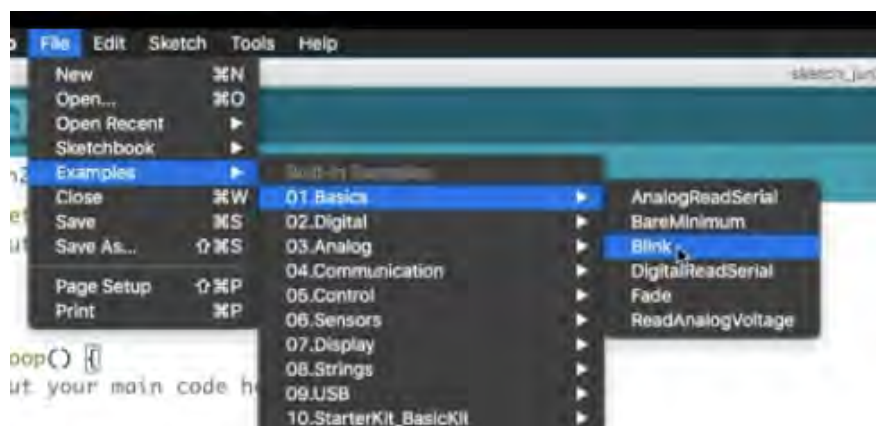


Рисунок 3.12 Вибір базових прикладів, для перевірки дієздатності



Рисунок 3.13 Мигаючий світлодіод на платі

Наступним кроком під'єднуємо датчик для вимірювання температури і вологості DHT11 до плати і пробуємо отримати необхідні значення в консолі.

Для цього потрібно використовувати макетну плату. Схема підключення зображена на рисунку 3.14.

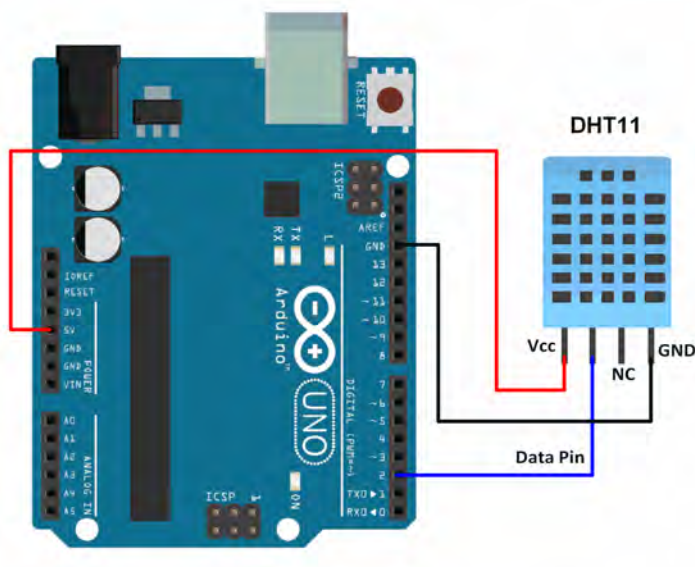


Рисунок 3.14 Схема підключення DHT11 до Arduino Uno

Тепер потрібно підключити наш датчик програмно в IDE, для цього використаємо `include`. Також задефінімо датчик до піна 2. Нижче приведено повний код для зв'язку з DHT11 і виведенням даних з нього в консоль.

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // Підключення датчика до піна 2
#define DHTTYPE DHT11 // Вказуємо тип датчика
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація зв'язку з консоллю
  dht.begin();
}
void loop() {
  delay(2000); // Затримка для стабілізації датчика, в майбутньому сюди можна
  передавати значення від користувача.
```

```

float temperature = dht.readTemperature(); // Зчитування температури в °C
float humidity = dht.readHumidity(); // Зчитування вологості в%
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(temperature);
Serial.print("°C, Humidity: ");
Serial.print(humidity);
Serial.println("%");
}

```

Тепер під'єднуємо до Arduino мікропроцесор ESP 8266 для отримання змоги до передачі отриманих даних на сервер. Нижче на рисунку 3.15 приведена комбінована схема підключення цих трьох компонентів.

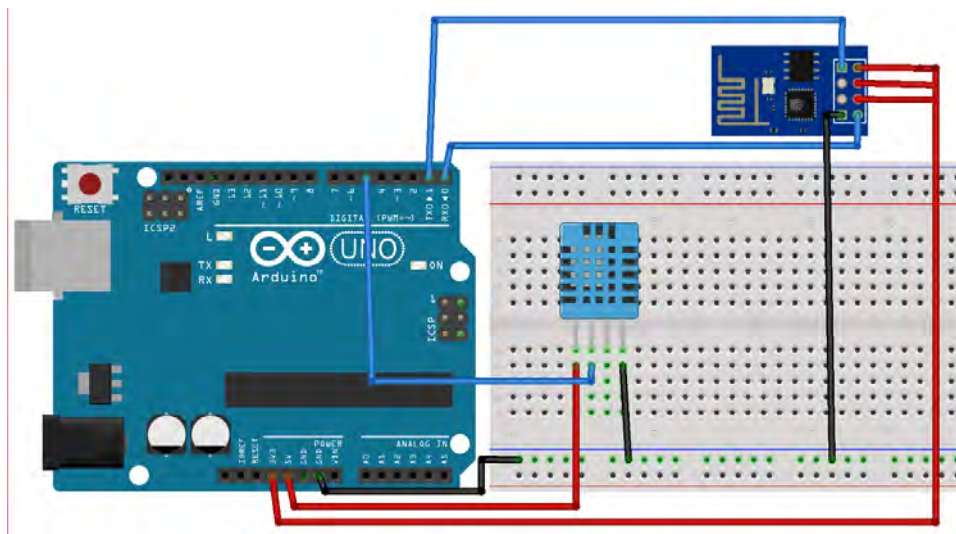


Рисунок 3.15 Схема підключення DHT11 до Arduino Uno

Нижче приведена основна конфігурація і підключення для ESP8266 (рисунок 3.16) Сам готовий прототип модуля зображено на рисунку 3.17.



```

#include <DHT.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>

#define DHTPIN 2 // Пін, до якого підключено датчик
#define DHTTYPE DHT11 // Тип датчика

const char *ssid = "TP-LINK_33E6";
const char *password = "PK_21_MP";
const char *server = "localhost";
const int port = 3001;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);

  // З'єднання з Wi-Fi
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }
  Serial.println("Connected to WiFi");

  dht.begin(); // Ініціалізація датчика DHT11
}

```

Рисунок 3.16 конфігурація з ESP8266

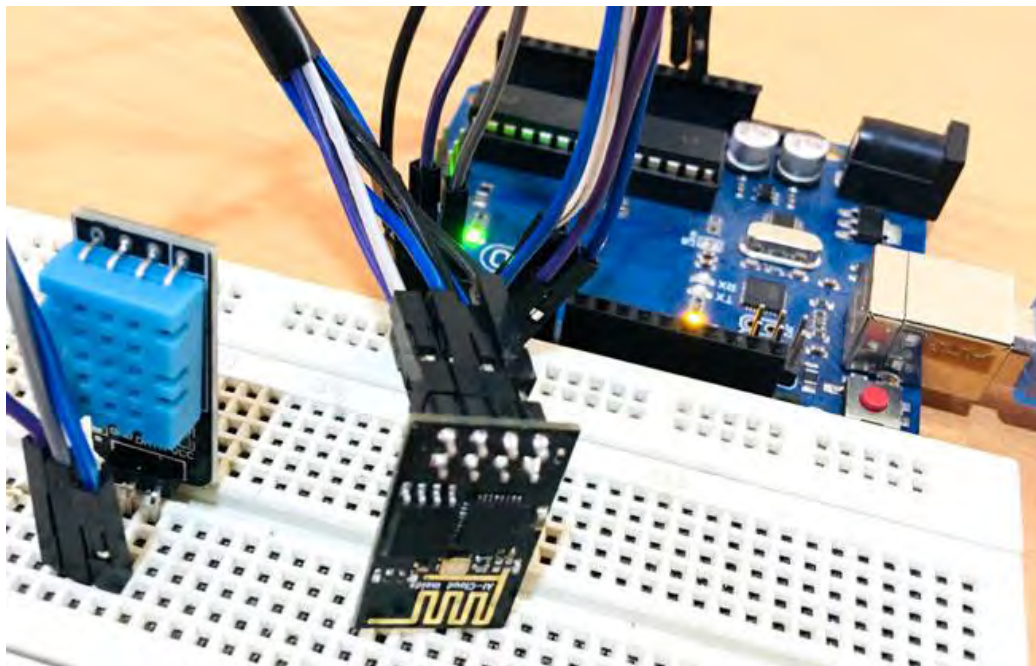


Рисунок 3.17 Готовий прототип для контролю мікроклімату

Підсумовуючи роботу модуля було розроблено діаграму алгоритму модуля для контролю мікроклімату в серверних кімнатах (рисунок 3.19)



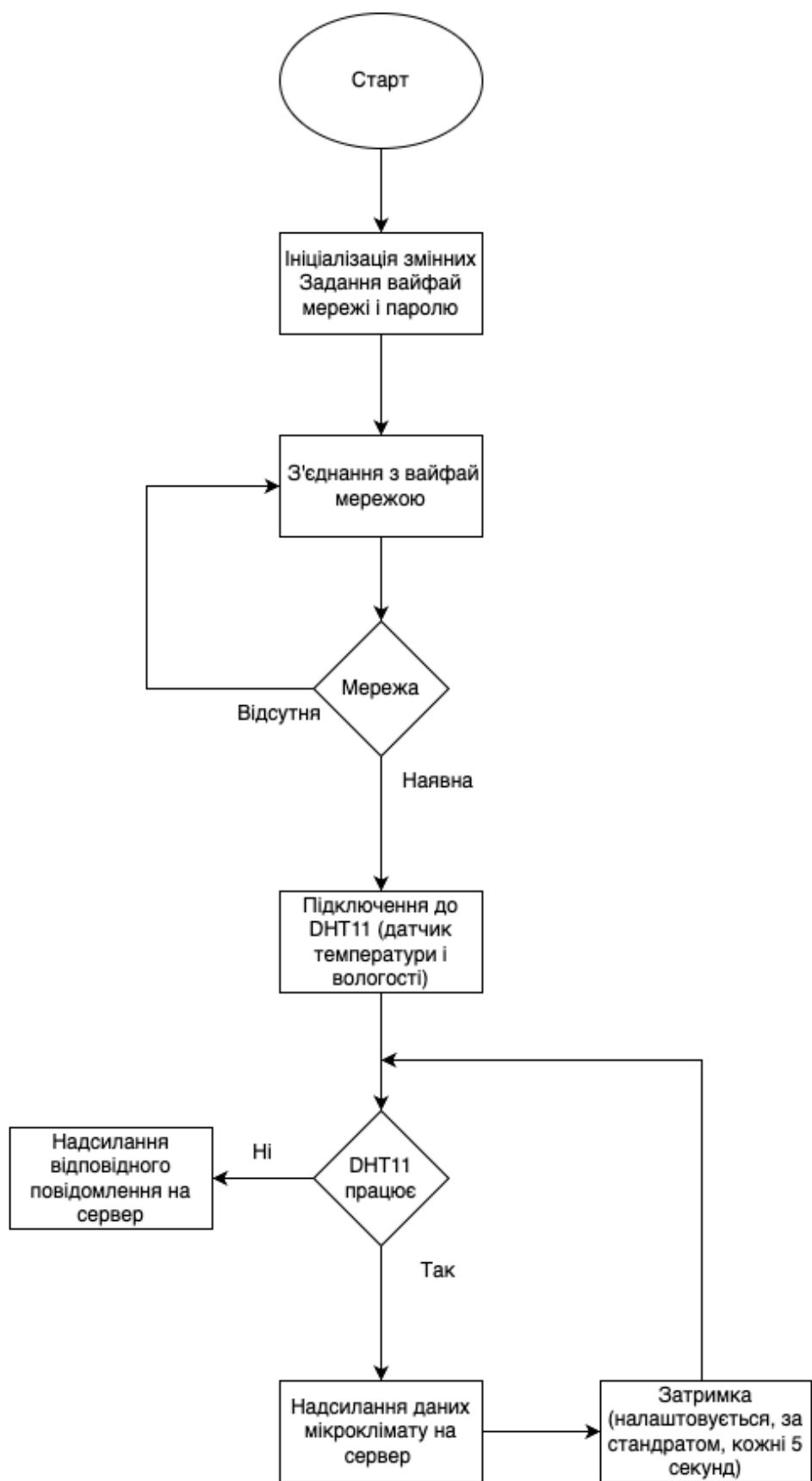


Рисунок 3.18 Діаграма алгоритму роботи модуля для контролю мікроклімату

## Висновки до III розділу

У ході розробки системи моніторингу мікроклімату в серверних приміщеннях було враховано різноманітні аспекти, починаючи від вибору апаратної складової і закінчуючи вибором технологій для реалізації серверної частини та веб-інтерфейсу. В якості мікроконтролера для отримання даних з датчиків був обраний Arduino Uno, а для забезпечення зв'язку та передачі даних використовувався модуль ESP8266.

Основною мовою програмування для веб-інтерфейсу стала JavaScript, а фреймворк React був обраний для його розробки. Використання React забезпечило ефективний та декларативний спосіб створення інтерфейсу, а також легкість підтримки та розширення. Крім того, вибір React дозволяє легко переносити код для мобільних застосунків у майбутньому.

Для забезпечення ефективного управління станом додатку використовується бібліотека MobX. Це дозволяє оптимізувати взаємодію компонентів та підтримувати консистентність даних в реальному часі.

Цей комплексний підхід до вибору технологій та інструментів дозволяє створити надійну, масштабовану та зручну у використанні систему моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах, що може ефективно відповідати вимогам користувачів та вирішувати поставлені завдання.

## РОЗДІЛ IV. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

### 4.1. Опис ідеї проєкту технології

У попередніх частинах дипломного проєкту був розроблений модуль автоматизованої системи контролю мікроклімату в серверних кімнатах. У цьому розділі проведено аналіз стартап-проєкту, мета якого полягає в розробці модуля автоматизованої системи контролю мікроклімату в серверних кімнатах з метою подальшого автоматизованого регулювання параметрів мікроклімату відповідно до знайдених характеристик.

Для кращого розуміння вимог до реалізації проєкту, його цілей, завдань та орієнтовних термінів була створена інформаційна карта, представлена у вигляді таблиці 4.1 нижче.

Таблиця 4.1

#### Інформаційна карта

Назва блоку	Характеристика
1	2
<b>Загальна характеристика стартап-проєкту</b>	
Назва стартап-проєкту	Автоматизована система контролю мікроклімату серверної кімнати
Проблематика, яку вирішує стартап проєкт	Стартап-проєкт, описаний у цьому дипломному проєкті, націлений на створення системи моніторингу та запобігання аварійних ситуацій в серверних приміщеннях, використовуючи датчики та апаратну платформу Arduino. Головна мета полягає в поліпшенні контролю за параметрами мікроклімату та вчасному реагуванні на можливі негативні події для забезпечення надійності та безперервності роботи серверних систем.
Головні цілі та завдання проєкту	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Забезпечення оптимальних умов для серверного обладнання: Мета проєкту полягає в створенні автоматизованої системи контролю мікроклімату, спрямованої на надання стабільних параметрів температури та вологості в серверних приміщеннях. Це сприятиме надійному та ефективному функціонуванню серверного обладнання.</li><li>2. Забезпечення надійності та безперебійної роботи серверів: Розроблена система повинна забезпечити постійний моніторинг температури, вологості та чистоти повітря в серверних кімнатах, а також швидке виявлення та реагування на будь-які аномалії, що можуть вплинути на надійність роботи серверного обладнання.</li><li>3. Запобігання аварійним ситуаціям: Система повинна мати можливість надсилати аварійні сигнали та повідомлення в</li></ol>

	<p>разі виявлення відхилень від установлених нормативів мікроклімату. Це дозволить оперативно реагувати на потенційно небезпечні ситуації та запобігати негативним наслідкам.</p> <p>4. Оптимізація управління умовами експлуатації: Система повинна забезпечувати зручний та ефективний моніторинг параметрів мікроклімату через веб-інтерфейс, що дозволяє оперативно втручатися та виправляти ситуації, які можуть виникнути в процесі експлуатації серверних кімнат.</p> <p>5. Розвиток та модернізація системи: Система повинна мати можливість легкої розширення та модернізації шляхом інтеграції нових типів датчиків чи вдосконалення функціоналу веб-інтерфейсу. Це дозволить пристосовувати систему до зростаючих вимог та новітніх технологій у галузі серверних технологій.</p>
Головні цільові групи, на які спрямований проєкт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адміністратори серверних кімнат</li> <li>• Технічний персонал</li> <li>• Менеджмент компанії</li> <li>• Розробники та інженери</li> </ul>
<b>Автори та команда стартап-проєкту</b>	
Автори стартап-проєкту	Автори проєкту: Падій Микола, Богдан Галина Анатоліївна
Команда стартап-проєкту	Падій Микола, Богдан Галина Анатоліївна автори проєкту, Інвестори, керівники, працівники-дизайнери, інженери
<b>Опис продукту стартап-проєкту</b>	
Назва та коротка характеристика мінімального життєздатного продукту стартапу (MVP)	"ServerGuard iTemp" - це мінімально життєздатний продукт для моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Забезпечуючи точний вимір температури та вологості, цей пристрій використовує серверний підхід для забезпечення оптимальних умов роботи серверного обладнання. "ServerGuard iTemp" пропонує базовий функціонал для відстеження параметрів мікроклімату, з можливістю дистанційного моніторингу через веб-інтерфейс.
Сфера застосування та функціональне призначення продукту	"ServerGuard iTemp" призначений для використання в сфері інформаційних технологій та серверних приміщень, де надійність роботи та оптимальні мікрокліматичні умови мають визначальне значення для функціонування телекомунікаційного обладнання.
Опис унікальних властивостей продукту стартапу	Унікальні властивості "ServerGuard iTemp" включають в себе його компактні розміри та можливість легкої інтеграції безпосередньо у серверне обладнання. Цей пристрій не вимагає значного простору і не впливає на загальну функціональність серверної кімнати, забезпечуючи ефективний моніторинг мікроклімату. Крім того, "ServerGuard iTemp" відзначається простотою в експлуатації та низьким порогом вступу, що дозволяє йому швидко і без зайвих зусиль інтегруватися в існуючі інфраструктури серверних приміщень.
Стадія розробки продукту стартапу	Серійне виробництво, співпраця з українськими компаніями, а також можливий подальший вихід на світовий ринок

Технічні характеристики	"ServerGuard iTemp" - це невеликий пристрій, розташований безпосередньо в серверній кімнаті. Він включає в себе датчики температури та вологості, а також систему контролю рівня забруднення повітря. Прототип використовує вбудований мікроконтролер ESP32 та датчики DHT21, а також модуль Wi-Fi для передачі даних на зовнішній сервер. "ServerGuard iTemp" забезпечує надійний моніторинг та оптимальне управління мікрокліматом у серверних приміщеннях.
Супровід продукту	У разі необхідності, якщо щось працює не правильно можна отримати безкоштовне обслуговування у технічних сервісах компанії. Також доступним є технічне обслуговування справності роботи модулю кожні півроку.
<b>Забезпечення стартап-проєкту</b>	
Необхідні ресурси	На першому етапі необхідні датчики та плата для збірки модулів, та грошове забезпечення у вигляді 3650000 грн, на витрати виробництва, просування проєкту та маркетинг
Потреба в інвестиціях	На ранніх етапах розвитку проєкту "ServerGuard iTemp" рекомендується розглядати використання платформи Kickstarter для залучення фінансової підтримки та привертання уваги інвесторів. Одночасно важливо активно шукати потенційних інвесторів, зацікавлених у впровадженні інноваційних рішень для моніторингу мікроклімату в серверних приміщеннях.
Інтелектуальна власність	Всі майнові авторські права на дизайн пристрою та його модулів, зображення, малюнки, фотографії, креслення, а також на відео- та аудіо-твори, включаючи їх літературний і технічний опис, належать авторам стартапу 'ServerGuard iTemp'.
<b>Результати стартап-проєкту</b>	
Термін реалізації стартап-проєкту	Термін реалізації стартап-проєкту "ServerGuard iTemp" можливий протягом 18 місяців, включаючи розробку перших прототипів, тестування, виробництво та запуск на ринок.
Плановані кількісні показники стартап-проєкту	Плановані кількісні показники стартап-проєкту "ServerGuard iTemp" включають досягнення серійного виробництва та виходу на ринок України протягом перших 12 місяців. Подальший розвиток передбачає експансію на світовий ринок протягом наступних 24 місяців.
Якісні показники стартап-проєкту	Якісні показники стартап-проєкту "ServerGuard iTemp" включають у себе покращення безпеки та ефективності управління мікрокліматом в серверних приміщеннях. Цей продукт сприяє забезпеченню стабільних умов експлуатації і попередженню можливих проблем, а також покращує загальну продуктивність серверного обладнання.
Загальні очікувані результати	Загальні очікувані результати для стартап-проєкту "ServerGuard iTemp" включають у себе виведення продукту на ринок та забезпечення його популярності серед власників серверних приміщень. Мета полягає в полегшенні моніторингу мікроклімату, забезпечуючи стабільні та оптимальні умови для серверного обладнання. Проєкт прагне сприяти підвищенню ефективності та безпеки у сфері управління серверами.

Із сформованої вище таблиці можна зробити висновок, що процес реалізації стартап-проєкту "ServerGuard iTemp" складатиме приблизно 18 місяців, враховуючи всі етапи від пошуку інвесторів до запуску виробництва та наведення його на оптимальний режим.

Для формування більш доцільних ідей та прийняття більш доцільних рішень із конструювання модулю було вирішено використати метод формування «морфологічної карти». Саму карту представлено у таблиці 4.2 нижче.

Таблиця 4.2

#### Морфологічна карта проєкту

Параметри	Проміжні рішення				
	1-ше	2-ше	3-ше	4-ше	5-ше
Кількість датчиків	1 датчик	2 датчики	3 і більше	Інше	Інше
Тип датчиків	Температурні датчики	Датчики температури та вологості	Датчики температури, вологості та забруднення	Інші датчики	Інші датчики
Розташування	У внутрішній частині серверної кімнати	На стелі серверної кімнати	Розміщення безпосередньо біля серверів	У виході повітряного потоку для рівномірного контролю	В інших локаціях серверної кімнати
Механізм фіксації модулю	Вбудований в обладнання серверної кімнати	Зовнішнє кріплення до стелі або стіни	Монтаж на спеціальний стелаж	Поверхневий монтаж або кріплення на серверному обладнанні	Інші методи монтажу та фіксації
Тип інтерфейсу	Кабельний	Бездротовий (Wi-Fi)	Інші типи бездротового зв'язку	З'єднання з сервером через мережу Інтернет	Інші способи комунікації та взаємодії

Відповідно до морфологічної карти проєкту "ServerGuard iTemp", оптимальні рішення для безпосередньої розробки модулю визначаються наступним чином:

1. Кількість датчиків: 2 датчики.

2. Тип датчиків: Температурний та вологість.
3. Механізм фіксації модулю: Зовнішнє кріплення до стелі серверної кімнати.
4. Тип інтерфейсу: З'єднання з сервером через мережу Інтернет.

Таким чином оптимальним рішенням є використання декількох типів датчиків для підвищення точності вимірювань та забезпечення комфортного розташування модулю. Модуль буде закріплений зовні до стелі серверної кімнати для оптимального контакту з оточуючим середовищем. Також, інтерфейс модулю буде забезпечено через підключення до серверу за допомогою мережі Інтернет.

Для більш ретельного розгортання концепції стартап-проекту, ми визначилися зі створенням таблиці, в якій визначено сфери застосування та вигоди від використання модулю для кінцевого користувача (див. Таблицю 4.3).

Таблиця 4.3

#### Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Автоматизований модуль для контролю мікроклімату в серверних кімнатах – “ServerGuard iTemp”	Автоматизований моніторинг та контроль параметрів температури та вологості у серверних приміщеннях	Ефективний контроль та управління мікрокліматом у серверних кімнатах
	Інтеграція з системами вимірювання та аналізу даних мікроклімату	Запобігання перегріву та збереження оптимальної роботи обладнання
	Оптимізація обчислень	Використання персонально-розробленого ПЗ без використання додаткових програм
	Віддалений моніторинг та керування мікрокліматом через інтернет	Оптимізація системи управління мікрокліматом за допомогою аналізу

Відповідно до таблиці 4.3, "ServerGuard iTemp" є інноваційним модулем для автоматизованого контролю та регулювання мікроклімату в серверних кімнатах. Цей модуль вбудований у серверні приміщення та призначений для автоматизованого моніторингу та управління параметрами температури та вологості. Його інтеграція з системами вимірювання та аналізу даних мікроклімату дозволяє ефективно управляти умовами експлуатації серверного обладнання. Модуль забезпечує оптимізацію обчислень, використовуючи персонально-розроблене програмне забезпечення без необхідності встановлення додаткових програм. Крім того, віддалений моніторинг та керування мікрокліматом через Інтернет дозволяє оптимізувати систему управління за допомогою аналізу зібраних даних.

Розглянемо основних конкурентів, що присутні на ринку систем контролю та моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах:

1. ClimateMinder.
2. Venttech.
3. IDF monitoring.

Задля більш детального аналізу техніко-економічних властивостей та переваг конкурентів було проведено порівняльний аналіз показників, що показано у таблиці 4.4 нижче, де W- гірші значення, N – аналогічні або нейтральні значення, а S – кращі показники.

Із представленої вище таблиці визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик проєкту "ServerGuard iTemp" порівняно з конкурентами (Climate Minder, Venttech, IDF monitoring), можна зробити наступні висновки:

1. Швидкий зворотній зв'язок: Усі компанії мають наявний швидкий зворотній зв'язок, що підкреслює стандартний рівень обслуговування.
2. Інтеграція з системами вимірювання та аналізу даних мікроклімату: Проєкт "ServerGuard iTemp" вирізняється наявністю інтеграції, що надає йому перевагу перед конкурентами.



3. Здатність до апгрейду: "ServerGuard iTemp" і IDF monitoring мають здатність до апгрейду, що створює можливість розширення функціоналу з часом.

4. Вебсайт з моніторингом: У "ServerGuard iTemp" є вебсайт з моніторингом, що робить його конкурентоспроможним у відсутності цієї можливості в інших конкурентів.

5. Легкість у використанні: "ServerGuard iTemp" має легкість у використанні, що робить його привабливим для користувачів.

6. Легкий монтаж: "ServerGuard iTemp" має легкий монтаж, що важливо для зручності використання.

7. Наявність персонального кабінету: "ServerGuard iTemp" та IDF monitoring мають персональний кабінет, що забезпечує зручність управління.

8. Ціна обслуговування і модулів: "ServerGuard iTemp" вирізняється низькою ціною обслуговування та модулів, що є його конкурентною перевагою.

Таблиця 4.4.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проєкту

№ п/п		(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій Проект	Конкурент1 <b>Climate Minder</b>	Конкурент2 <b>Venttech</b>	Конкурент3 <b>IDF monitoring</b>			
1.	Швидкий зворотній зв'язок	Наявний	Наявний	Наявний	Наявний	-	+	-
2.	Інтеграція з системами вимірювання та аналізу даних мікроклімату	Наявна	Відсутня	Відсутня	Відсутня	-	-	+
3.	Здатність до апгрейду	Наявна	Відсутня	Відсутня	Наявна	-	+	-
4	Вебсайт з моніторингом	Наявний	Відсутній	Відсутній	Відсутній		-	-
5	Легкість у використанні	Наявна	Наявна	Відсутня	Відсутня		-	+

6.	Легкий монтаж	Наявний	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє		-	-
7.	Наявність персонального кабінету	Наявне	Відсутнє	Відсутнє	Наявне		-	+
8	Ціна обслуговування і модулів	Низька	Висока	Висока	Висока		-	-

Із врахуванням вищезазначених факторів, можна стверджувати, що "ServerGuard iTemp" є конкурентоспроможним проектом на ринку автоматизованих систем контролю мікроклімату.

Для того, щоб оцінити можливість реалізації проекту, проведемо технологічний аудит сформованої ідеї (табл. 4.5).

Таблиця 4.5.

#### Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Автоматизований модуль для контролю мікроклімату	Використання мікроконтролера ESP32 для програмування модуля	Наявні	У відкритому доступі
2.	Система вимірювання та аналізу даних мікроклімату	Інтеграція з датчиками температури та вологості, використання платформи Arduino	Наявні	Доступно
3.	Оптимізація обчислень	Використання персонально-розробленого програмного забезпечення без використання додаткових програм	Наявні	У відкритому доступі
4.	Віддалений моніторинг та керування мікрокліматом	Використання мережі Інтернет для віддаленого з'єднання та керування	Наявні	Доступно
5.	Інтеграція з існуючими системами	Сумісність з системами вимірювання та аналізу даних мікроклімату	Наявні	Доступно
6.	Зручне розташування модулю	Інтеграція модулю в систему ServerGuard iTemp	Наявні	Доступно
Обрана технологія реалізації ідеї проєкту: можлива для реалізації				

Виходячи з наведеної вище таблиці можна зробити висновок, що реалізація проєкту "ServerGuard iTemp" є технологічно здійсненою. Всі необхідні технології, використані для створення автоматизованого модуля контролю мікроклімату в серверних кімнатах, є наявними та доступними для використання. Мікроконтролери ESP32, як основний елемент проєкту, є доступними для закупівлі за низькими цінами, а програмне забезпечення, розроблене на платформі Arduino IDE, є відкритим для користувачів, що забезпечує доступність для широкого кола розробників.

#### 4.2. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту

Оцінимо основні перспективи ринкового впровадження нашого проєкту, а також визначимо можливі загрози, які можуть виникнути під час його реалізації. Цей аналіз спрямований на успішний вивід проєкту на український ринок з можливістю подальшого розширення на міжнародному рівні. Почнемо з детального вивчення попиту на нашу продукцію, оцінюючи його обсяг, динаміку розвитку та загальну наявність.

Для початку проведемо аналіз попиту на цю продукцію, зокрема це: наявність попиту, обсяг та динаміка розвитку ринку (табл. 4.6).

Таблиця 4.6.

##### Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проєкту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	5 000 000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стабільний ріст
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Висока конкуренція, інтелектуальна власність
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідна сертифікація відповідно до стандартів безпеки та ефективності
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	12,8 %

Відповідно до попередньої характеристики, зокрема до середньої норми рентабельності в галузі, яка становить 12.8%, можна визначити, що ринок моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах є перспективним. Основна перевага полягає в тому, що основні постачальники систем контролю мікроклімату в Україні часто є іноземними виробниками, що створює можливість для вітчизняних стартапів у цій галузі. Запуск власного проєкту з моніторингу мікроклімату, спрямованого на розширення функціоналу серверних приміщень, може бути перспективним в першу чергу в Україні, а подальша експансія на міжнародні ринки стане доцільною.

Для подальшого вивчення ринку та оцінки можливостей впровадження стартап-проєкту, необхідно провести аналіз потенційних сегментів клієнтів, їх характеристик і сформулювати приблизний перелік вимог до нашого продукту (див. Таблицю 4.7).

Таблиця 4.7.

#### Характеристика потенційних клієнтів стартап-проєкту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Автоматизований контроль мікроклімату в серверних кімнатах	ІТ-компанії, дата-центри, бізнес-центри, майнінг ферми	Різниця у масштабі та особливостях технічного обладнання	Ефективність контролю параметрів температури та вологості

Враховуючи представлену таблицю, можна зробити висновок, що на ринку існує попит на модулі для контролю мікроклімату в серверних кімнатах, адже подібні технології ще не були представлені в широкій масі споживачам. Основною цільовою аудиторією є ІТ-компанії, дата-центри та бізнес-центри, які потребують ефективного контролю параметрів температури та вологості в

серверних приміщеннях. Різниця у масштабі та особливостях технічного обладнання визначає різні вимоги споживачів до ефективності контролю.

При впровадженні технології, яка подібна за принципом дії до запропонованої, можна визначити ряд потенційних викликів, які відображені у таблиці 4.8 нижче. Ці фактори можуть вплинути на можливості успішної реалізації та утримання конкурентоспроможності проєкту на ринку.

Таблиця 4.8.

#### Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Неоптимальна інтеграція з існуючими системами	Можливість недостатньої сумісності із системами вимірювання та аналізу мікроклімату в серверних кімнатах.	Проведення тестів та оптимізація інтеграційного процесу, врахування особливостей роботи існуючих систем.
2.	Високі вартості обслуговування та підтримки	Можливість збільшення витрат на обслуговування та технічну підтримку клієнтів	Оптимізація процесів обслуговування, надання ефективної технічної підтримки, розробка програм для самостійного рішення невеликих проблем.
3.	Низька готовність ринку до інновацій у даній сфері	Можливість відмови ринку від інновацій у сфері моніторингу мікроклімату в серверних приміщеннях.	Інформаційна кампанія про переваги та необхідність використання інновацій, співпраця з ключовими гравцями ринку для збільшення інтересу.
4.	Обмежений фінансовий бюджет потенційних клієнтів	Недостатній бюджет у клієнтів для впровадження нових технологій.	Недостатній бюджет у клієнтів для впровадження нових технологій.

Відповідно до сформованих загроз для нашого стартап-проєкту, серед ключових факторів наявності небезпек варто виділити потенційну неоптимальну інтеграцію з існуючими системами моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Можлива загроза полягає в недостатній сумісності нашого рішення із вже існуючими системами, яка може виникнути через технічні або програмні розходження. Для уникнення цієї загрози, ми плануємо

провести тестування та оптимізацію інтеграційного процесу, враховуючи особливості роботи існуючих систем.

Ще однією значущою загрозою є можливість збільшення витрат на обслуговування та технічну підтримку клієнтів. Це може виникнути через невдоволеність клієнтів якістю обслуговування або високими вартостями підтримки. Наш план відповіді на цю загрозу передбачає оптимізацію процесів обслуговування, надання ефективної технічної підтримки, а також розробку програм для самостійного рішення невеликих проблем.

Щодо низької готовності ринку до інновацій у даній сфері, основною загрозою може бути відмова ринку від інновацій у сфері моніторингу мікроклімату в серверних приміщеннях. Наша стратегія відповіді передбачає проведення інформаційної кампанії, спрямованої на підвищення обізнаності ринку щодо переваг і необхідності використання інновацій у даній галузі. Також, ми плануємо співпрацювати з ключовими гравцями ринку для збільшення інтересу до нашого рішення.

Загрозою може бути і обмежений фінансовий бюджет потенційних клієнтів, що може призвести до недостатнього бюджету для впровадження нових технологій. У цьому випадку, ми визнаємо обмежений бюджет як необхідність для наших клієнтів, і прагнемо пропонувати ефективні та бюджетно-дружні рішення для їхніх потреб.

Окрім ряду загроз, існує також і ряд можливостей з реалізації цього проєкту (табл. 4.9).

На підставі розглянутих можливостей можна зазначити перспективність впровадження та розвитку проєкту на ринках України та за її межами. Ключовими перевагами стають відсутність аналогічних технологій на широкому ринку та простота конструкції, що сприятиме ефективному впровадженню та масштабуванню виробництва. Це відкриває можливість зайняти лідерську позицію в галузі контролю мікроклімату в серверних кімнатах та стати ключовим гравцем у ніші цього напрямку промисловості.

## Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Ефективність вартості	Проведений аналіз наявних компонентів для технологічної складової проекту дозволяє обрати оптимальні за якістю і ціною компоненти.	Розгляд можливості використання більш точних, хоча трошки дорожчих компонентів для поліпшення якості модулю
2	Неперевершена технологія	На сучасному українському та міжнародному ринках відсутня широкодоступна технологія моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах.	Запуск виробництва на українському ринку дозволить зайняти лідерську позицію в даній ніші.
3	Простота конструкції	Простота реалізації модулю забезпечить відносну доступність складових частин, що дозволить швидко запустити та масштабувати виробництво.	Швидке налагодження та розширення масштабів виробництва.
4	Постійна технологічна підтримка	Постійний контроль за якістю роботи модулю та його впливи на контроль мікроклімату в серверних кімнатах.	Компанія здійснює постійну технологічну підтримку, консультації щодо використання модулю та проведення опитувань щодо його подальших вдосконалень.
5	Розвиток технології	Можливість покращення конструкції та програмної складової модулю.	Компанія активно досліджує ринок для пошуку варіантів покращення модулю та реалізації нових рішень для його вдосконалення.

Для отримання більш докладного уявлення про конкурентне середовище та його вплив на функціонування підприємства, був проведений детальний аналіз особливостей конкурентного оточення, результати якого наведено у таблиці 4.10 нижче.

Відповідно до проведеного ступеневого аналізу конкуренції на ринку контролю мікроклімату в серверних кімнатах, виявлено певний бар'єр проникнення на український та міжнародний ринки. Зокрема, спостерігається олігопольна структура, де невелика кількість іноземних компаній через посередників домінує на українському ринку.

## Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	Тип конкуренції: олігополія	Невелика кількість компаній-постачальників, що домінують через посередників на українському ринку контролю мікроклімату.	Розвиток власного українського виробництва, щоб здобути значну частку ринку.
2	Рівень конкурентної боротьби: національний	Присутність бар'єрів для нових учасників ринку.	Розгляд можливостей співпраці з великими виробництвами та підняття стандартів якості.
3	Галузева ознака: внутрішньогалузева	Конкуренція між компаніями, що працюють у галузі контролю мікроклімату в серверних кімнатах.	Сприяє поліпшенню якості продукції та вдосконаленню технологічних процесів.
4	Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Змагання з іншими компаніями, які пропонують аналогічні рішення для контролю мікроклімату.	Збільшення витрат на маркетинг та рекламу продукту для підвищення його визнаності.
5	Характер конкурентних переваг: нецінова	Зосередженість на якості, функціоналі та простоті реалізації конструкції.	Збільшення попиту на продукцію завдяки високій якості та точності роботи.
6	Інтенсивність конкуренції: марочна	Присутність багатьох відомих компаній у галузі контролю мікроклімату в серверних кімнатах.	Ускладнення можливостей виходу на ринок, потреба в створенні унікальної пропозиції.

Однак налагодження повністю українського виробництва в галузі контролю мікроклімату дозволить ефективно зайняти ключову нішу, особливо враховуючи, що основні конкуренти є міжнародні компанії, які працюють через посередників. Такий крок відкриває можливість для підприємства займати значну частку ринку, пропонуючи власні рішення та конкуруючи з іноземними брендами.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за Портером. Отриманий аналіз показано у таблиці 4.11.



## Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	IDF monitoring	Climate Minder, Venttech	Виробники електронних компонентів, бази даних	ІТ-компанії, дата-центри, бізнес-центри, майнінг ферми	Датчики для дистанційного контролю погодних
Висновки:	Низька інтенсивність конкуренції обумовлена наявністю аналогічної продукції на ринку, яка відрізняється масштабами та за функціоналом і ціною.	Існують можливості для виходу на ринок через відсутність аналогічного модулю від потенційних конкурентів	Постачальники не диктують особливих умов, але маємо певний рівень залежності від них, зокрема від виробників електронних компонентів та баз даних.	Клієнти представлені ІТ-компаніями, дата-центрами, бізнес-центрами, майнінг фермами, мож впливати на умови контрактів та співпраці.	Наявні товари замінники мають схожий функціонал контролю клімату навколишнього середовища, проте не пристосовані для контролю саме в серверних кімнатах

З проведеного аналізу випливає, що наявний ринок моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах насичений аналогічними продуктами, які мають подібний функціонал контролю клімату, але відрізняються масштабами, технологічною оснасткою та ціною. У зв'язку з цим, виробництво модулів для дистанційного контролю мікроклімату виявляється перспективною галуззю, оскільки на даний момент відсутні прямі конкуренти в цьому сегменті ринку. Можливості виходу на ринок існують завдяки відсутності аналогічного модулю від потенційних конкурентів, а також відносно невисокій інтенсивності конкуренції, обумовленої наявністю аналогічних продуктів, які, однак, не спеціалізуються на контролі мікроклімату в серверних приміщеннях. Залежність від постачальників відбувається в контексті співпраці з виробниками електронних компонентів та баз даних, що може впливати на умови контрактів і співпраці.

Клієнтська база представлена ІТ-компаніями, дата-центрами, бізнес-центрами та майнінг фермами, що вимагає уваги до умов контрактів та індивідуальних потреб замовників.

Товари-замінники, такі як датчики для дистанційного контролю погодних умов, пропонують схожий функціонал контролю клімату, але не враховані для використання в серверних кімнатах, що робить розробку та виробництво модулів унікальними на ринку.

Після проведених аналізів слід сформувавши повний перелік факторів, які впливають на конкурентоспроможність проєкту на поточному ринку контролю мікроклімату ( табл. 4.12).

Таблиця 4.12.

#### Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проєктів значущим)
1	Точність і надійність вимірювань	Висока точність і надійність датчиків впливає на ефективність контролю мікроклімату та уникнення несправностей.
2	Масштабованість системи	Можливість масштабування системи від невеликих серверних кімнат до великих дата-центрів забезпечує універсальність та пристосованість до потреб клієнтів різних масштабів.
3	Енергоефективність	Зменшення витрат електроенергії сприяє економії коштів для клієнтів і впливає на стабільність експлуатації системи.
4	Гнучкість інтеграції з існуючими системами	Здатність легко інтегруватися з існуючими системами мікроклімату та управління серверами дозволяє зберігати існуючі інвестиції клієнтів та полегшує впровадження нової системи.
5.	Регулярні оновлення програмного забезпечення	Постійні оновлення ПЗ забезпечують підтримку нових функцій, безпеку та оптимізацію роботи системи протягом тривалого періоду користування.

Після аналізу факторів конкурентоспроможності проведемо порівняльний аналіз слабких та сильних сторін (табл. 4.13).

## Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «DUST\_METER»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з METER Kompany						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Точність і надійність вимірювань	18							+
2	Масштабованість системи	16						+	
3	Енергоефективність	12				+			
4	Гнучкість інтеграції з існуючими системами	17						+	
5.	Регулярні оновлення програмного забезпечення	14					+		

Із проведеного порівняльного аналізу видно, що "ServerGuard iTemp" має значні конкурентні переваги. Його висока точність і надійність вимірювань, масштабованість, енергоефективність, гнучкість інтеграції та регулярні оновлення ПЗ роблять його привабливим для користувачів. Рейтинг конкурентів підтверджує вищий статус "ServerGuard iTemp" на ринку моніторингу мікроклімату серверних кімнат порівняно із суперниками.

Ці фактори сприятимуть успішній реалізації проєкту та забезпечать його конкурентоспроможність в індустрії моніторингу мікроклімату для серверних приміщень.

Сформуємо узагальнений аналіз слабких і сильних сторін, а також загроз і можливостей у вигляді загального SWOT-аналізу (табл. 4.14).

Висновок здійсненого аналізу показує, що проєкт "ServerGuard iTemp" обладнаний значним числом переваг, які роблять його перспективним для успішної реалізації на ринку моніторингу мікроклімату серверних кімнат. Спільно з цим, виявлені слабкі сторони та існуючі загрози не є критичними і можуть бути вирішені шляхом прийняття відповідних стратегій та заходів.

Переваги проєкту "ServerGuard iTemp" включають високу точність та надійність вимірювань, масштабованість системи, енергоефективність, гнучкість інтеграції з існуючими системами, а також систематичні оновлення

програмного забезпечення. Ці фактори сприятимуть успішній реалізації та популяризації продукту на ринку.

Таблиця 4.14.

### SWOT-аналіз для проєкту "ServerGuard iTemp"

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока точність і надійність вимірювань..</li> <li>2. Масштабованість системи.</li> <li>3. Енергоефективність.</li> <li>4. Гнучкість інтеграції з існуючими системами.</li> <li>5. Регулярні оновлення програмного забезпечення.</li> </ol>	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока конкуренція на ринку моніторингу мікроклімату.</li> <li>2. Можливість недовіри покупців до нових продуктів.</li> <li>3. Залежність від стабільності поставок електронних компонентів і стабільності баз даних.</li> </ol>
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підвищення точності вимірювань за рахунок нових технологій..</li> <li>2. Запуск великого виробництва для задоволення попиту.</li> <li>3. Покращення якості системи через постійну технічну підтримку.</li> </ol>	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зменшення попиту на моніторинг мікроклімату в серверних приміщеннях.</li> <li>2. Можлива недостатня точність системи</li> <li>3. Підвищення чутливості покупців до цін обслуговування і підтримки системи і модулів</li> <li>4. Втрата конкурентних переваг через рост конкуренції.</li> <li>5. Тиск з боку сильних конкурентів у сфері автоматизованого моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах.</li> </ol>

Хоча існують конкурентні виклики та певні труднощі, але з належним підходом та врахуванням виявлених факторів, є можливість ефективно уникнути або подолати ці обмеження. Такий SWOT-аналіз дає підстави вважати "ServerGuard iTemp" перспективним та конкурентоспроможним продуктом в обраному сегменті ринку.

На основі проведеного SWOT-аналізу сформуємо стратегію альтернативного впровадження стартап-проєкту.

Ця таблиця відображає альтернативні стратегії для покращення ринкового впровадження проєкту "ServerGuard iTemp". Кожна альтернатива має свої переваги та можливості для реалізації.

## Альтернативи ринкового впровадження стартап-проєкту "ServerGuard iTemp"

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Вдосконалення точності і надійності вимірювань	Ресурси доступні та використовуються для підвищення ефективності модулю	3 місяці
2	Розширення функціоналу та можливостей системи	Забезпечить конкурентні переваги та високий рівень використання продукту	4-5 місяці
3	Інтенсивна рекламна кампанія та розвиток партнерських відносин	Сприятиме підвищенню усвідомленості та популярності продукту	2 місяці

На основі проведеного SWOT-аналізу визначено стратегію альтернативного впровадження стартап-проєкту "ServerGuard iTemp". Запропоновані альтернативи ринкового впровадження представлені в таблиці 4.15, кожна з яких спрямована на покращення конкурентоспроможності та успішніше розгортання продукту на ринку моніторингу мікроклімату для серверних кімнат.

Враховуючи розглянуті альтернативи, важливо вибрати оптимальний напрямок розвитку, що враховує поточний стан ринку та переваги проєкту "ServerGuard iTemp". Такий підхід дозволить максимізувати конкурентоспроможність та успішність впровадження на ринку мікроклімату для серверних кімнат.

### 4.3. Розроблення ринкової стратегії проєкту

Для якісної розробки ринкової стратегії спочатку треба визначити стратегію охоплення ринку, тобто описати основні цільові групи потенційних споживачів (табл. 4.16).

Основною аудиторією у цьому сегменті є різні підприємства та організації, які використовують серверні приміщення. Визначення

конкретного сегменту серед них може бути непринциповим, оскільки усі вони мають спільну потребу у надійному моніторингу та контролі мікроклімату.

Таблиця 4.16.

Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	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	ІТ-компанії та дата-центри	Споживачі відкриті до інновацій та технологічних рішень, оскільки вони залежать від стабільності мікроклімату в серверних приміщеннях	Високий попит в межах сегменту, оскільки для них критично важливо підтримувати оптимальні умови	Висока	Сервіс "ServerGuard iTemp" має високий технічний ступінь інтеграції та низьку ціну, що створює складні умови для конкурентів
2	Технічні підприємства	Зацікавлені в оптимізації умов експлуатації обладнання та підтриманні стабільності технічних систем	Середній попит в межах сегменту, оскільки вони можуть використовувати різні системи моніторингу	Середня	Можливість вибору між різними рішеннями створює середні умови для конкуренції
3	Бізнес-центри та офісні приміщення	Важливо для створення комфортного робочого середовища для співробітників	Високий попит в межах сегменту, оскільки забезпечення комфортних умов є ключовим для здоров'я та ефективності співробітників	Середня	Доступність різних рішень у сегменті

Продовження таблиці 4.16. Вибір цільових груп потенційних споживачів

4	Освітні установи Споживачі	Споживачі, які віддають перевагу здоров'ю та комфорту навчального середовища	Середній попит в межах сегменту, оскільки освітні установи можуть мати обмежений бюджет	Середня	Доступність різних рішень у сегменті
Обрано цільові групи: інформаційні технології, технічні підприємства, бізнес-центри та офісні приміщення, освітні установи.					

Отже, можна зазначити, що проєкт "ServerGuard iTemp" орієнтований на широке коло клієнтів, і вибір конкретної цільової групи не є вирішальним кроком у стратегії впровадження на ринок. Важливо забезпечити універсальність продукту та його придатність для всіх типів серверних приміщень та об'єктів моніторингу.

Для кращого розуміння яким чином працювати з обраними цільовими групами необхідно сформуванати базову стратегію розвитку (табл.4.17).

Таблиця 4.17.

Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проєкту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Розширення функціоналу та можливостей системи, інтенсивна рекламна кампанія та розвиток партнерських відносин	Стратегія концентрованого зростання	Висока точність та надійність вимірювань, масштабованість, енергоефективність, гнучкість інтеграції, регулярні оновлення ПЗ	Стратегія диференціації за спеціалізованістю та інноваціями

В ході аналізу стратегії розвитку для проєкту "ServerGuard iTemp" можна визначити ключові напрямки для досягнення успіху на ринку. Обрані

стратегії дозволяють позиціонувати проєкт як передовий та конкурентоспроможний на ринку моніторингу мікроклімату для серверних кімнат, сприяючи залученню нових клієнтів та збільшенню популярності серед цільових груп.

Наступним кроком буде вибір стратегії конкурентної поведінки. Обрану стратегії показано у таблиці 4.18 нижче.

Таблиця 4.18.

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проєкт «першопроходьцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	Буде і шукати нових споживачів і частково забирати існуючих конкурентів	Не буде, основою проєкту є розробка альтернативних та інноваційних рішень	Стратегія зайняття конкурентної ніші

Обрана стратегія конкурентної поведінки передбачає активний пошук нових споживачів і часткове відібрання існуючих у конкурентів, при цьому компанія не буде копіювати основні характеристики конкурентів. Основною метою є створення альтернативних та інноваційних рішень, що дозволить зайняти конкурентну нішу на ринку моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах.

На основі проведеного аналізу обраного сегменту ринку, а також спираючись на обрану стратегію розвитку та конкурентної поведінки слід розробити стратегію позиціонування ( табл. 4.19).

Обрана стратегія позиціонування передбачає акцент на високій точності вимірювань, ефективності та надійності системи моніторингу,



масштабованості та простоті інтеграції. Ключові асоціації для формування комплексної позиції проекту: точність, надійність та ефективність.

Таблиця 4.19.

Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувану комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Наявність надійного та точного моніторингу мікроклімату	Стратегія лідерства по витратах	Низька ціна, висока точність вимірювань, ефективність та надійність системи моніторингу, масштабованість та простота інтеграції	Ціна. Точність. Надійність. Ефективність.

#### 4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Для розроблення потужної і якісної маркетингової програми, необхідно сформувану маркетингову концепцію товару, що отримає у кінцевому варіанті споживач і яка з цього вигода для нього. Для цього було узагальнено результати аналізу конкурентоспроможності товару у вигляді таблиці 4.20 нижче.

Таблиця 4.20.

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
	Точне вимірювання температури і вологості	Забезпечення точності вимірювань	Висока точність розпізнання параметрів мікроклімату порівняно з існуючими системами
	Швидкість реагування на зміни параметрів	Забезпечення оперативності вимірювань	Ефективна система моніторингу, яка дозволяє швидко реагувати на зміни у мікрокліматі
	Інтеграція з існуючими системами моніторингу	Можливість використання разом з іншими системами швидко зрозуміти принципи роботи	Сумісність із вже впровадженими засобами моніторингу та автоматизації в серверних кімнатах

Аналізуючи ключові переваги концепції потенційного товару для проєкту "ServerGuard iTemp", видно, що проєкт має унікальні характеристики, такі як точне вимірювання параметрів, швидкість реагування на зміни та інтеграція з існуючими системами. Ці переваги роблять проєкт конкурентоспроможним на ринку моніторингу мікроклімату для серверних кімнат.

Сформуємо основні характеристики і властивості нашого проєкту у вигляді трьохрівневої моделі товару. Сформований опис представлено у вигляді таблиці 4.21 нижче.

Таблиця 4.21.

Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Автоматизований модуль моніторингу мікроклімату для серверних кімнат "ServerGuard iTemp"		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Точні вимірювання мікроклімату.	Нм	Тх
	2. Ефективна цінова політика.	М	Е
	3. Легка інтеграція з існуючими системами.	Нм	Вр
	4. Постійні оновлення програмного забезпечення.	М	Тх
5. Зручне програмне забезпечення для користувачів.	Нм	Е	
	Якість: висока точність, зручне і надійне програмне забезпечення		
	Пакування: сам модуль для дистанційного моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах в коробці з документацією, окремо буде мати адмін сайт на якому можна буде додавати користувачів для моніторингу і призначати їм ролі на підприємстві		
	Марка: ServerGuard iTemp		
III. Товар із підкріпленням	Після, як і до продажу супроводжується постійною технічною підтримкою з налаштування. Проводиться демонстрація використання сайту і всі основні особливості і можливості сайту.		

Із наведеної вище таблиці видно, що на першому рівні представлено основну ідею проєкту — автоматизований модуль моніторингу мікроклімату для серверних кімнат "ServerGuard iTemp". На другому рівні описано важливі характеристики та переваги проєкту, такі як точні вимірювання мікроклімату,

ефективна цінова політика, легка інтеграція, постійні оновлення програмного забезпечення та зручне програмне забезпечення для користувачів. Загалом, представлені характеристики вказують на перспективний та конкурентоспроможний продукт, здатний задовольнити потреби ринку моніторингу мікроклімату для серверних кімнат.

Після детального аналізу властивостей та характеристик товару слід визначити цінові межі на які слід зважати при встановленні ціни на потенційний товар. Ці межі формуються внаслідок аналізу цін на товари конкурентів та в залежності від доходів споживачів продукту. Отримані межі представлені у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22.

Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Від 5000 до 15000 грн	Немає аналогів в широкому доступі, ціна невідома	Від 15000 грн і вище	Від 10000 до 20000 грн

Отримані межі встановлення ціни на "ServerGuard iTemp" враховують аналіз ринку товарів-замінників, відсутність аналогів у широкому доступі та дохід цільової групи споживачів. Рекомендовані верхня та нижня межі встановлення ціни на "ServerGuard iTemp" становлять від 10000 до 20000 гривень. Ці ціни враховують специфіку ринку та доступність для цільової аудиторії.

Після проведеного аналізу ціни на автоматизовану систему мікроклімату в серверних кімнатах "ServerGuard iTemp", слід розробити систему збуту товару. Отриману систему представлено у таблиці 4.23 нижче.

Таблиця 4.23.

## Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	ІТ-компанії, дата-центри, адміністратори серверних кімнат	Технічна підтримка, налаштування, навчання користувачів	Ринок України	Продажі через веб-сайт та прямі поставки

Отже, Отримана система збуту "ServerGuard iTemp" враховує особливості цільових клієнтів, функції постачальника товару та ринкові умови. Продажі плануються через веб-сайт та прямі поставки, орієнтуючись на ІТ-компанії, дата-центри та адміністраторів серверних кімнат на ринку України.

Останнім етапом буде формування концепції комунікацій для маркетингу, що ґрунтуються на основі попереднього аналізу проєкту. Отриману концепцію буде представлено у вигляді таблиці 4.24 нижче.

Таблиця 4.24.

## Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Пошук продукту, що задовольняє за ціновими характеристиками, зручністю контролю та можливістю дистанційного перегляду мікроклімату	Спеціалізовані веб-сайти, конференції, презентації	Автоматизована система контролю мікроклімату "ServerGuard iTemp"	Пояснення переваг та ефективності в управлінні мікрокліматом серверних кімнат	Підкреслення технологічності та унікальності системи "ServerGuard iTemp"

В результаті формування концепції маркетингових комунікацій визначено, що в основі поведінки цільових клієнтів лежить пошук продукту з високою точністю мікроклімату та можливістю дистанційного контролю. Основними каналами комунікацій є спеціалізовані веб-сайти, конференції та презентації. Для привертання уваги цільових споживачів слід акцентувати увагу на сильних сторонах проекту та на відсутності подібного товару у широкому доступі на ринку мікрокліматичних систем для серверних кімнат.

#### 4.5. Організація реалізації стартап-проекту

Для успішної реалізації перспективного стартап-проекту необхідно в першу чергу створити ефективну команду. Після аналізу поставлених завдань та визначення необхідних завдань для виконання було визначено оптимальну кількість учасників і розподілено ключові обов'язки між ними. Отримані результати занесено до таблиці 4.25.

Таблиця 4.25.

Команда стартап-проекту

Учасник команди	Посада	Завдання, що необхідно виконати
Інженер-розробник	Керівник розробки	Розробити прототип системи мікроклімату та забезпечити його функціональність
Архітектор програмного забезпечення	Головний програміст	Розробити високоефективне програмне забезпечення для ServerGuard iTemp
Менеджер проекту	Керівник проекту	Координувати роботу команди, визначити критичні точки та вирішувати організаційні питання
Спеціаліст з інтеграції систем	Інженер з інтеграції	Забезпечити сумісність ServerGuard iTemp з існуючими системами управління
Експерт з маркетингу	Спеціаліст з аналізу ринку	Провести ретельний аналіз сегменту ринку та розробити стратегію маркетингу

Після створення команди важливо розробити графік для моніторингу завдань та приблизного визначення термінів їх виконання. Створений графік подано у таблиці 4.26 нижче.

Таблиця 4.26.

## Календарний план реалізації проєкту

№ п/п	Зміст етапу													Собівартість реалізації	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Аналіз ринку та визначення вимог	■													0
2	Розробка концепції ідеї проєкту		■												500\$
3	Створення технічного завдання та конструкції		■	■	■										800\$
4	Розробка електричних та принципових схем, виготовлення прототипу					■	■	■							1200\$
5	Розробка та вдосконалення програмного забезпечення							■							1500\$
6	Тестування та виправлення недоліків								■						300\$
7	Пошук і залучення інвестицій									■					1000\$
8	Запуск виробництва										■	■	■		15000\$
9	Проведення масштабних рекламних кампаній та старт продаж												■		3000\$
Сума													22300\$		

На підставі розробленого календарного плану, вартість повного процесу від формування проєкту до початку продаж оцінюється приблизно в 880 тис. грн. Ця сума знаходиться в межах цінового діапазону, який був визначений в таблиці 4.22. Сам процес реалізації проєкту включає розробку надійного високоточного модуля для моніторингу контролю мікроклімату, розробку конструкції та супутньої документації для подальшої пайки елементів, розробку програмного забезпечення для вимірювань та тестування

отриманого модулю, а також пошук інвестицій та початок виробництва і продаж.

Для залучення інвесторів рекомендується використовувати можливості IT виставок, де можна ефективно продемонструвати основні переваги проєкту. Також, розглядання платформи для запуску нових стартапів, зокрема Kickstarter, може стати ефективним засобом для залучення фінансування. Отже, виробництво та впровадження автоматизованої системи контролю мікроклімату в серверних кімнатах визначено вищезгаданими етапами, дозволяючи забезпечити успішну реалізацію проєкту в обраному ціновому діапазоні та залучити необхідні інвестиції.

Після створення календарного плану, необхідно розробити таблицю вихідних витрат на компоненти та обладнання, необхідні для виготовлення модулю. Розрахунки за цією ініціативою наведено у таблиці 4.27.

Таблиця 4.27.

#### Витрати на виробництво

№ п/п	Витрати	Тип	Терміни постачання/виконання	Вартість, \$
1	Мікроконтролер ESP32	----	3 днів	10
2	Модуль для Wi-Fi	----	3 днів	3
3	Датчик температури та вологості (Модель DHT11)	----	4 днів	5
4	Макетна платформа	----	2 днів	4
5	Паяльна станція	---	2 дні	60
6	Припій	---	3 днів	5
7	Флюс	---	5 днів	4
8	Розхідні матеріали	----	5 днів	50
Сума				141

Отже, для старту виробництва одного модулю на початковому етапі потрібно 141 долар. На першій фазі наявні 20 000 доларів для втілення проєкту, а в подальшому можливо залучити інвесторів за допомогою платформи Kickstarter.

## Висновки до IV розділу

У цьому розділі детально розглянута перспектива впровадження модулю для автоматизованої системи мікроклімату в серверних кімнатах. Підкреслено, що реалізація такого проєкту є надзвичайно актуальною в контексті розвитку інформаційних технологій та зростання вимог до ефективності і безперебійності роботи серверних кімнат.

Автоматизована система мікроклімату "ServerGuard iTemp" має стратегічне значення для забезпечення стабільних умов експлуатації серверних приміщень, що визначається оптимальними температурними та вологості показниками. Розроблений календарний план підтверджує, що загальні витрати на реалізацію проєкту оцінюються на рівні приблизно 22,300 доларів.

Процес реалізації передбачає створення надійного та високоточного модулю для моніторингу мікроклімату, а також включає розробку концепції, створення конструкції та супровідну документацію, розробку програмного забезпечення, випробування, привласнення інвестицій, запуск виробництва та впровадження на ринок.

Загальний висновок підкреслює актуальність впровадження автоматизованих систем контролю мікроклімату в інформаційних та дата-центрах. Цей інноваційний підхід сприяє не тільки підвищенню надійності та ефективності серверних установок, але і відкриває нові можливості для подальшого розвитку сучасних інформаційних технологій. Отже, запровадження "ServerGuard iTemp" сприятиме ефективній та стабільній роботі інформаційних систем, що є ключовим фактором в сучасному цифровому середовищі.



## ВИСНОВКИ

У рамках цього дослідження було створено програмно-апаратний модуль для автоматизованого моніторингу мікроклімату серверних кімнат. Цей модуль без участі людини вимірює ключові параметри, такі як температура повітря, відносна вологість. Отримані результати роботи можуть бути узагальнені наступним чином:

1. Аналіз існуючих рішень: Проведений аналіз існуючих систем моніторингу параметрів мікроклімату дозволив визначити переваги та недоліки і створити вимоги до розроблюваної системи.
2. Вибір інструментів розробки: Був обґрунтований вибір інструментів розробки програмного забезпечення, враховуючи архітектурні особливості системи.
3. Опис архітектури: Розроблено опис архітектури програмного забезпечення системи моніторингу мікроклімату.
4. Програмно-апаратний модуль: Розроблено програмно-апаратний модуль, який забезпечує моніторинг параметрів мікроклімату в серверних кімнатах.

Отримана система ідеально підходить для використання в приміщеннях серверних кімнат, де точний контроль температури та вологості є критичним для ефективності та надійності обладнання. Її можливості забезпечують високий рівень зручності та надійності в контролі за умовами у приміщеннях, що може позитивно позначитися на тривалості служби та продуктивності серверів та іншого обладнання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Падій М.О. Автоматизована система контролю мікроклімату серверної кімнати / М.О. Падій, Г.А. Богдан // XIX Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 20-21 грудня 2023 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 362-365.
2. ВИМОГИ до інженерної інфраструктури технологічних приміщень (серверних) для розміщення серверного та телекомунікаційного обладнання ВЦТМ: наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій № 608 від 23.10.2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/nakaziz-osnovnoyi-diyalnosti/100411>
3. PRTG: Моніторинг серверної кімнати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://idealsoft.com.ua/vendors/paessler/paessler-kachestvo-uslug-oborudovanie/monitoring-serverroom/>
4. Cabling Standard - ANSI-TIA-EIA 569 A - Commercial Building Standard For Telecom Pathway & Spaces (FULL VERSION) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.google.com/file/d/0B2csuEySejpTb1JDMHZEZG5RZ0E/view?resourcekey=0-OQ-1M76f0s6FyNXcyd6RDQ>
5. Hwaiyu, G. Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center [Text] : Monograph / G. Hwaiyu [et al.]. – 2nd edition. – Wiley, 2021. – 755 p.
6. ANSI/TIA-942-2005 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers [Web resource] : Standard /ANSI (American National Standards Institute) / TIA (Telecommunications Industry Association), 2005. – Access mode [site] : [ansi.org](http://ansi.org), 2022.

7. Dutt, D. G. EVPN in the Data Center [Text] : Monograph / D. G. Dutt. – O'Reilly Media, 2018. – 106 p.
8. Brochard, L. Energy-Efficient Computing And Data Centers [Text] : Monograph / L. Brochard [et al.]. – New York: ISTE/Wiley, 2019. – 227 p.
9. Ahmadi, A. CCNP Data Center Application Centric Infrastructure 300-620 DCACI Official Cert Guide [Text] : Monograph / A. Ahmadi. – Cisco Press, 2021. – 730 p.
10. КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ РОБОЧОГО МІСЦЯ : пат. 23908 Україна : МПК (2006) F24F 11/00. №u200701205 ; заявл. 05.02.2007 ; опубл. 11.06.2007, Бюл. № 8. 3 с. URL:  
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=106749&chapter=biblio>.
11. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ВМІСТУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ : пат. 108466 Україна : МПК G01N 27/416 (2006.01). №u201505980 ; заявл. 17.06.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл.№ 14. URL:  
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=225473&chapter=description>
12. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ: пат. 99874 Україна : МПК (2015.01) G01K 7/00. №u201500541; заявл. 25.06.2015; опубл. 25.06.2015, Бюл.№ 12. URL:  
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=213682&chapter=description>
13. СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ПРИМІЩЕННІ: пат. 72565 Україна : МПК (2012.01) F24F 5/00 G05D 27/00. №u201200469; заявл. 16.01.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл.№ 16. URL:  
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=176991&chapter=description>

14. ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛІЗАТОР ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ "РОЗУМНИЙ ДІМ": пат. 146633 Україна : МПК (2021.01) G01N 27/00 G01K 7/00 F24F 11/64 (2018.01) F24F 11/65 (2018.01). №u201904450; заявл. 24.04.2019; опубл. 10.03.2021, Бюл.№ 10. URL: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=274793&chapter=description>
15. СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ, ЗОКРЕМА, В ПРИМІЩЕННЯХ МУЗЕЇВ АБО ХУДОЖНИХ ГАЛЕРЕЙ: пат. 97047 Україна : МПК (2011.01) F24F 11/00 F24D 10/00 G05B 21/00. №a201012886; заявл. 29.10.2010; опубл. 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р. URL: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=167781&chapter=description>
16. Я.Б. Заєць, Б.М. Злотенко, Енергоефективна система керування мікрокліматом у приміщенні. Технології та дизайн. Мехатронні системи та комп'ютерні технології, №1 (22), 2017, с. 1-6
17. Şuvar, Marius-Cornel & Munteanu, Laurentiu & Cioară, Cristian. (2022). Optimal Monitoring of Server Rooms with Home Assistant Platform. МАТЕС Web of Conferences. 373. 00044. 10.1051/matecconf/202237300044.
18. Моніторинг серверної кімнати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://klaster.ua/ua/reshenija/dispetcherizacija/byudzhethnyy-variant/monitoring-servernoy-komnaty/>
19. СИСТЕМА SNMP МОНІТОРИНГА СЕРВЕРНОЇ КОМНАТЫ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kmm.md/ro/content/%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0-snm-%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0->

[%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%8B](#)

20. The Best Server Room Environmental Monitoring Systems & Tools for 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.comparitech.com/net-admin/server-room-environmental-monitoring-systems/>
21. Innovators in Network Monitoring [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://netmon.com/>
22. tempCube [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tempcube.io/>
23. monnit [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.monnit.com/applications/data-center-server-room-monitoring/>
24. Vertiv Geist™ Екологічний моніторинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vertiv.com/en-us/products/brands/geist/vertiv-geist-environmental-monitoring/>
25. Standard 90.1-2022—Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>
26. Моніторинг серверної кімнати і ЦОД. Рекомендовані стандарти та найкращі практики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://netping.com.ua/monitoring\\_servernoi\\_kimnaty\\_i\\_cod.html](https://netping.com.ua/monitoring_servernoi_kimnaty_i_cod.html)
27. Chen D., Cho K., Han S., Jin Z., Shin K. Invisible Sensing of Vehicle Steering with Smartphones / D. Chen, K. Cho, S. Han, Z. Jin, K. Shin // Department of Electrical Engineering and Computer Science University of Michigan, U.S.A, 2015 — P. 13 .
28. Schwartz, M. (2016). Internet of Things with ESP8266. Packt Publishing Ltd. ISBN 1786466678, 9781786466679.
29. Brown, Ethan. "Web Development with Node and Express: Leveraging the JavaScript Stack." O'Reilly Media, Inc., 2014. ISBN 1491902302, 9781491902301
30. Chodorow, Kristina. "MongoDB: The Definitive Guide" (2nd ed.). O'Reilly, 2013. ISBN 1449344682, 9781449344689.

31. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерноінтегровані технології та системи неруйнівного контролю і діагностики» спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Р. М. Галаган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 5,12 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с. Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 3 від 11.03.2019 р.)
32. Цапенко В.К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю / В.К. Цапенко, Ю.В. Куц. – Київ: НТУУ «КПІ», 2009. – 431 с.
33. Богдан Г.А., Глущенко М.О. Загальні тенденції побудови автоматизованих систем моніторингу якості повітря на промислових підприємствах Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2023. – Том. 34 (73), №4. – С. 12-17. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.4/03>
34. Богдан Г.А., Глущенко М.О. Оптичний датчик чадного газу. Х Міжнародна науково-технічна конференція «ДАТЧИКИ, ПРИЛАДИ ТА СИСТЕМИ – 2023», присвячена пам'яті професора Шарапова В.М., 12 - 14 вересня 2023 року, м. Черкаси, Україна : збірник праць. – Черкаси, 2023. – С. 52–53
35. Богдан Г.А., Глущенко М.О. Система попередження пожеж. ХХІІ Міжнародна науково-технічна конференція "Приладобудування: стан і перспективи", 16-17 травня 2023р., м. Київ, Україна : збірник тез доповідей. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 234–236.
36. Антонюк В.С. Методологія наукових досліджень: [Текст] : навч. посіб./ В.С. Антонюк, Л.Г. Полонський, В.І. Аверченков, Ю.А. Малахов. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 276 с.
37. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за

спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 37,37 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 228 с. – Назва з екрана.

38. Петрик, В.Ф. Використання серійних мобільних пристроїв при проектуванні портативних дефектоскопів / Петрик В.Ф., Протасов А.Г., Серый К.Н., Повшенко А.А. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. – 2019. - Том 30 (69), Ч. 2, № 6. - С.12-16. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-2/03>

## ДОДАТКИ

Додаток А

Список наукових праць Падія Миколи Олександровича

№	Найменування праць	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвища співавторів праць
1	Автоматизована система контролю мікроклімату серверної кімнати	ХІХ Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень в приладобудуванні» 2023р.	3	Богдан Г.А.