

Детектор Плагиата v. 2867 - Отчёт оригинальности: 23.05.2025 15:06:03

Проанализированный документ: Лішук_дипломна робота.docx Лицензия: ВОЛОДИМИР МАТІЄВСЬКИЙ

? Тип поиска: Поиск переписанного ? Язык: Uk

? Тип проверки: Интернет

ТЭЕ и кодировка: DocX n/a

Детальный анализ тела документа:

? Диаграмма соотношения частей:

Плагат 0.39% Оригинал 98.71%
Кавычки 0.89% ИИ 0%



? Граф распределения зон:



? Источники плагиата: 4

- 0,4% [A][B][C] 102 1. https://kkite.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/50/2021/11/E_B_OK31-Методичка-Курсова-НВЧ.pdf
- 0,4% [A][B][C] 102 2. <https://org2.knuba.edu.ua/mod/resource/view.php?id=48629>
- 0,4% [A][B][C] 102 3. https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/168253/mod_folder/content/0/A4_40-15.pdf?forcedownload=1

? Детали обработанных ресурсов: 84 - ОК / 2 - Ошибка

? Важные замечания:

Википедия:



[не обнаружено]

Google Книги:



[не обнаружено]

Сервисы платных работ:



[не обнаружено]

Античит:



Обнаружено соккрытие!

? Античит-отчет UACE:

- Статус: Анализатор **Включен** Нормализатор **Включен** сходство символов установлено на **100%**
- Обнаруженный процент загрязнения UniCode: **5,1%** с лимитом: 4%
- Процент нераспознанных символов после нормализации: **3%**
- Все подозрительные символы будут отмечены фиолетовым цветом: **Abcd...**
- Найдены невидимые символы: 0

Рекомендации по оценке:

Особое внимание следует уделить анализу этого отчета! Предполагается, что этот документ содержит значительное количество символов, чуждых языку документа. Это прямое указание на то, что автор

документа использовал специальное программное обеспечение\онлайн-веб-сервис, чтобы эффективно скрыть текст в попытке избежать обнаружения потенциального плагиата. Настоятельно рекомендуется передать это дело на более высокий уровень! В случае сомнений обращайтесь: в службу поддержки Детектора плагиата!

Алфавитная статистика и анализ символов:

 Активные ссылки (URL-адреса, извлеченные из документа):

URL не найдены

 Исключённые ресурсы:

URL не найдены

 Включённые ресурсы:

URL не найдены

? Детальний аналіз документа:

Міністерство освіти і науки України ДЗ

Цитування: 0,03%

id: 1

«луганський Національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій (назва факультету, інституту) Інформаційних технологій та систем (назва кафедри) Пояснювальна записка до дипломного проєкту (роботи) БАКАЛАВРА (освітньо-кваліфікаційний рівень) на тему: РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ СЕРВЕРНОЇ КІМНАТИ НА БАЗІ [ARDUINO](#) Виконав: студент 4 курсу, групи __ напрямку підготовки (спеціальності) 123

Цитування: 0,01%

id: 2

«Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності) Ратников Є. С. (прізвище та ініціали) Керівник Донченко В. Ю. (прізвище та ініціали) Рецензент ____ Козуб Ю. Г. (прізвище та ініціали) Полтава – 2025 року ЗМІСТ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 2 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. ЗМІСТ Літ. Акрушів 2 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . ВСТУП РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 1.1. Дія кліматичних умов на внутрішній клімат серверного простору 1.2. Огляд наявних систем моніторингу кліматичних параметрів у приміщеннях 1.3. Стандарти та рекомендації з моніторингу умов у серверних приміщеннях 31 Висновки до розділу 34 РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ СЕРВЕРНОЇ КІМНАТИ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА [ARDUINO](#) 36 2.1. Огляд основних компонентів системи 36 2.1.1. Огляд [Arduino Mega](#) 36 2.1.2. Опис [PIR](#)-датчика 41 2.1.3. Опис [DHT11](#) 46 2.1.4. Дисплей [LCD 1602](#) 48 2.1.5. Реле для комутації 53 2.1.6. [RFID](#)-зчитувач [RC-522](#) 59 2.1.7. [Ethernet Shield W5100](#) 62 2.2. Огляд середовищ розробки для програмування мікроконтролерів 65 2.2.1. Огляд [Arduino IDE](#) 65 2.2.2. Огляд [Visual Studio](#) 70 Висновки до розділу 72 РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРATНОЇ СИСТЕМИ 73 3.1. Розробка структури пристрою 73 3.2. Аналіз функціональних вимог 74 3.3. Розробка програмно-апаратного комплексу 78 Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 3 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 3.3.1. Проєктування програмно-апаратного комплексу 78 3.3.2. Програмування датчиків та модулів 80 3.3.2.1. Використання бібліотек для розширення функціональності програмного забезпечення 83 3.3.2.2. Модуль температури та вологості 88 3.3.2.3. Модуль освітленості 90 3.3.2.4. Модуль контролю доступу 92 3.3.2.5. Модуль стаціонарної візуалізації 94 3.3.2.6. Модуль дистанційної візуалізації 97 3.3.3. Реалізація програмної частини мобільного застосунку 99 Висновки до розділу 107 ВИСНОВКИ 109 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 111 ДОДАТОК А 115 ДОДАТОК Б 118 ДОДАТОК В 119 ДОДАТОК Г 122 ДОДАТОК Д 125 ДОДАТОК Е 127 ДОДАТОК Є 130 ДОДАТОК Ж 132 ДОДАТОК З 134 ДОДАТОК И 137 ДОДАТОК І 139 ВСТУП Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 4 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. ВСТУП Літ. Акрушів 3 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . Сучасні підприємства значною мірою залежать від високотехнологічного інформаційного обладнання для забезпечення своєї операційної діяльності. Для гарантування надійного функціонування та безперебійної роботи цих критично важливих інформаційних систем, необхідним є розміщення телекомунікаційного обладнання у спеціально обладнаних серверних приміщеннях. Ефективність та стабільність роботи серверних кімнат безпосередньо залежать від умов їх експлуатації, зокрема від мікрокліматичних параметрів. У цьому контексті набуває особливого значення розгляд інтегрованих систем контролю мікроклімату, які забезпечують оптимальні умови для підтримки надійності та ефективності функціонування обладнання. Розвиток інформаційних технологій та широке впровадження концепції Інтернету речей ([IoT](#)) відкривають нові можливості для модифікації та удосконалення систем контролю параметрів мікроклімату. Це дозволяє досягти зменшення собівартості, розширення функціональних можливостей, а також підвищення точності та швидкодії таких систем. Об'єкт дослідження – процес контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати. Предмет дослідження – автоматизована система контролю параметрів мікроклімату серверної кімнати на базі мікроконтролера [Arduino](#). Мета дослідження: аналіз та розробка системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі [Arduino](#). Досягнення зазначеної мети передбачає вирішення таких основних завдань: провести огляд літературних джерел та нормативних документів для розробки

автоматизованої системи моніторингу мікроклімату серверних приміщень; зробити аналіз існуючих рішень для спостереження за мікрокліматом у серверних кімнатах; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 5 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ провести детальний аналіз основних компонентів та інструментів, необхідних для реалізації системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#); розробити структурну схему пристрою; описати логіку функціонування програмних модулів системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). розробити мобільний застосунок

Цитування: 0,01%

id: 3

"Blynk"

для системи дистанційного моніторингу мікроклімату серверної кімнати. 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. У першому розділі роботи було проведено огляд літературних джерел та нормативних документів для розробки автоматизованої системи моніторингу мікроклімату серверних приміщень, особливо з урахуванням потреб освітніх установ та малого бізнесу, які мають обмежені бюджети й не потребують надлишкових функцій, притаманних промисловим системам. Було ретельно досліджено законодавчу та нормативну базу, що регулює параметри внутрішнього клімату в серверних кімнатах. Розглянуто основні стандарти, зокрема [ASHRAE](#), які визначають перелік параметрів, що підлягають обов'язковому контролю (температура, вологість), та їхні оптимальні значення для підтримки стабільної працездатності серверного обладнання. Окрім цього, було проведено зіставний аналіз існуючих рішень для спостереження за мікрокліматом у серверних кімнатах. Розглянуто їх функціональні можливості, переваги та недоліки. У підсумку, було сформульовано технічні вимоги до автоматизованої системи контролю мікроклімату серверного приміщення, які враховують не лише нормативні обмеження, але й потреби в гнучкості, доступності та простоті використання для малих організацій. У другому розділі було проведено детальний аналіз основних компонентів та інструментів, необхідних для реалізації системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). Було встановлено, що [Arduino Mega2560](#) є оптимальним вибором для створення прототипів завдяки своїй доступності, простоті використання та широкій підтримці спільноти розробників. Датчики, такі як [PIR](#)-датчик, [DHT11](#) та інші забезпечують збір необхідної інформації про навколишнє середовище, що є основою для прийняття рішень системою автоматизації. Для розробки програмного забезпечення було розглянуто [Arduino IDE](#) спеціалізоване середовище розробки, оптимізоване для роботи з платформою [Arduino](#). Воно надає інтуїтивний інтерфейс та широкий набір бібліотек. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 6 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Третій розділ був присвячений вирішенню задачі прототипування системи моніторингу. В рамках цього етапу було розроблено структурну схему пристрою, здійснено обґрунтований вибір основного обладнання, проведено аналіз функціональних вимог з використанням діаграм варіантів використання, а також побудовано моделі, що описують різні аспекти системи, зокрема діаграму станів програмно-апаратного комплексу, діаграму компонентів та діаграму розгортання. Описана логіка функціонування програмних модулів системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). Розроблено мобільний застосунок

Цитування: 0,01%

id: 4

"Blynk"

для системи дистанційного моніторингу мікроклімату серверної кімнати. Результати проведеного дослідження мають значний потенціал для практичного застосування. Отримані дані та розроблені алгоритми можуть бути використані для підвищення функціональності, надійності та енергоефективності існуючих систем

Цитування: 0,01%

id: 5

"розумний будинок".

Розроблені в рамках дослідження рішення можуть слугувати основою для створення нових, більш інтелектуальних та адаптивних систем моніторингу мікроклімату серверних кімнат на базі [Arduino](#). Результати дослідження можуть сприяти популяризації технологій

Цитування: 0,01%

id: 6

"розумного будинку"

серед широкого кола користувачів, підвищуючи обізнаність про переваги та можливості таких систем. РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 7 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД Літ. Акрушів 28 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ. Серверні кімнати являють собою спеціалізовані простори, обладнані для розміщення серверних стійок і шаф з комунікаційним устаткуванням [1]. Рис. 1.1. Серверна кімната Вихід обладнання з ладу або його тимчасове відключення можуть спричинити суттєві матеріальні та фінансові збитки [3]. Для стабільного функціонування необхідно здійснювати моніторинг і регулювання параметрів мікроклімату серверних приміщень у режимі реального часу. Розглянемо, яким чином атмосферні умови діють на внутрішній клімат серверної кімнати, та проаналізуємо доступні механізми керування цими показниками.

1.1. Дія кліматичних умов на внутрішній клімат серверного простору

Мікроклімат визначається як стан повітряного середовища всередині приміщення, що включає такі показники, як температура та вологість. Відповідно до джерела [3], запровадження дієвої системи спостереження та управління мікрокліматом у серверних приміщеннях сприяє запобіганню збоєм у функціонуванні мережевого обладнання, пролонгації терміну його служби та оптимізації витрат на модернізацію серверної інфраструктури. Основні вимоги до організації серверних кімнат викладені у міжнародному стандарті [TIA/EIA-569](#) [4], що був розроблений у співпраці Канади та США та здобув широке міжнародне визнання. Стандарт регламентує не лише архітектурні особливості приміщень, але й вимоги до освітлення, електропроводки, навантаження на підлогу, а також параметрів мікроклімату. Забезпечення належних кліматичних умов відповідно до встановлених параметрів є першочерговою вимогою стандарту. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 8 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ В цілому, незалежно від особливостей конкретного серверного простору, обов'язковому моніторингу підлягають такі атмосферні параметри, як температура та відносна вологість повітря. Стандарт [4] регламентує їхні нормативні значення: температурний режим: від +18 °C до +27 °C; рівень відносної вологості (при 24 °C): від 40% до 60%. Система підтримки мікроклімату повинна працювати безперебійно, забезпечуючи сталість цих показників протягом усього року. Далі буде розглянуто причини та наслідки впливу кліматичних факторів на серверне обладнання (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 Вплив кліматичних факторів на працездатність обладнання серверних

Кліматичний фактор Причини впливу на обладнання серверної кімнати Наслідки впливу кліматичних факторів на обладнання серверної кімнати

Температура

1. Висока теплогенерація активних компонентів: процесори, блоки живлення, жорсткі диски та інші елементи серверів під час роботи виділяють значну кількість тепла.

2. Неефективна робота систем охолодження: недостатня потужність кондиціонерів, забиті фільтри або несправність вентиляційних систем.

3. Зовнішні теплові надходження: сонячне випромінювання через вікна, тепло від сусідніх приміщень або недостатня теплоізоляція стін.

4. Скупчення обладнання: занадто щільне розміщення серверних стійок та недостатня циркуляція повітря між ними.

1. Термічне пошкодження компонентів: перевищення допустимих температурних меж призводить до деградації напівпровідникових матеріалів, висихання конденсаторів, пошкодження підшипників вентиляторів.

2. Зниження продуктивності: при високих температурах може спостерігатися троттлінг процесорів (зниження тактової частоти) для запобігання перегріву.

3. Зменшення терміну експлуатації: постійний вплив високих температур значно скорочує середній час напрацювання на відмову ([MTBF](#)) електронних компонентів.

4. Нестабільна робота: перегрів може викликати випадкові зависання, перезавантаження або некоректну роботу програмного забезпечення.

Вологість

1. Недостатня вентиляція: погана циркуляція повітря перешкоджає виведенню надлишкової вологи.

2. Конденсація: утворення конденсату на холодних поверхнях обладнання при різкій зміні температури.

3. Висока зовнішня вологість: проникнення вологого повітря ззовні при недостатній герметичності приміщення.


4. Протікання або вологість у сусідніх приміщеннях: підвищена вологість може проникати через стіни, підлогу або стелю.

1. Електричні короткі замикання: конденсат або висока вологість можуть призвести до утворення провідних містків між електричними контактами.

2. Корозія металевих елементів: підвищена вологість сприяє окисленню та корозії роз'ємів, контактів та інших металевих частин.

3. Вихід з ладу електронних компонентів: корозія та короткі замикання можуть призвести до

пошкодження мікросхем, плат та інших чутливих елементів. 4. Зростання ймовірності відмов: нестабільна робота через вологість значно підвищує ризик виходу з ладу критично важливих компонентів. У дослідженнях [5-9] було проаналізовано вплив параметрів кліматичного забезпечення на енергоспоживання серверного обладнання (див. рис. 1.2).

 **Обнаружен Плагиат: 0,12%** <https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php...> + 4 ресурсов! id: 7

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 9 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Арк. 10 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.2. Дослідження впливу температурно-вологісного режиму на енергоспоживання серверного обладнання Рисунок 1.2 демонструє взаємозв'язок між температурним режимом внутрішнього повітряного середовища та двома ключовими аспектами: енергоспоживанням і ефективністю роботи серверного обладнання. Ефективність тут кількісно оцінюється за допомогою показника **PUE (Power Usage Effectiveness)**, формула для обчислення якого наведена як (1.1) і підтверджена джерелами [9-17]. $PUE = \frac{TFP}{ITEP}$ (1.1) де: **TFP (Total Facility Power)** – загальна споживана потужність дата-центру; **ITEP (IT Equipment Power)** – потужність, споживана ІТ-обладнанням (серверним обладнанням). Результати досліджень, наведені на рисунку 1.2, свідчать, що підвищення температури внутрішнього повітряного середовища дата-центру призводить до зростання загального енергоспоживання (**TFP**), необхідного для підтримання нормативного функціонування серверного обладнання відповідно до його технічних вимог. Це, у свою чергу, спричиняє поступове зниження показника **PUE**, що свідчить про зменшення енергоефективності. Оптимальні значення **PUE** визначаються згідно з концепцією, представленою на рисунку 1.3 [9-17]. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 11 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.3. Концепція визначення оптимального рівня **PUE (Power Usage Effectiveness)** На основі досліджень, представлених у роботах [5-9], встановлено, що зі зростанням температури та вологості повітря відбувається зниження показника енергоефективності **PUE**. Таким чином, підтримання мікрокліматичних параметрів у межах, регламентованих стандартом [4], є ключовим фактором для забезпечення стабільної та ефективної експлуатації серверного обладнання. 1.2. Огляд наявних систем моніторингу кліматичних параметрів у приміщеннях Патент **UA 112127 U** демонструє приклад автоматизованої системи регулювання параметрів мікроклімату в приміщенні. У цій системі передбачено регулювання кліматичних умов за допомогою мікропроцесорного контролера, який отримує дані від сенсорів температури та вологості повітря. Крім того, система оснащена механізмом для відведення конденсату. Основними недоліками цієї конструкції є відсутність засобів контролю газового складу повітря, а також неможливість передавання даних через інтернет-мережу. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 12 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.4. Система автоматичного регулювання мікрокліматичних параметрів у приміщенні (патент **UA 112127 U**) [5] Згідно з джерелом [5], основні функціональні блоки цієї системи включають: Холодильний контур: випарник (1), компресор (2), конденсатор (3), терморегулюючий вентиль (4), термобалон (5). Система керування: мікропроцесорний контролер (6), датчик температури (7), датчик відносної вологості повітря (8). Вентиляція: витяжний вентилятор (9), вентилятор конденсатора (10), електродвигуни вентиляторів (17), квартира для подачі свіжого повітря (14), виконавчий механізм квартирки (15). Регулювання продуктивності: частотний перетворювач (12), електродвигун компресора (13), випарники (11). Зволоження повітря: ультразвукові зволожувачі повітря (16), датчик температури повітря на виході зволожувача (18), клапан подачі води (19). У патенті **UA 101943 U** представлено іншу систему автоматизованого регулювання мікроклімату, що функціонує з урахуванням циркадного ритму (структурна схема зображена на рис. 1.5). Дана система орієнтована на застосування в аграрному секторі, зокрема для контролю мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Управління здійснюється мікроконтролером, що забезпечує моніторинг температури, відносної вологості повітря, а також концентрації газів, зокрема аміаку. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 13 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Основними недоліками цієї системи є відсутність можливості регулювання швидкості руху повітря, а також, як і у попередньому рішенні, відсутність функції передавання даних через мережу Інтернет. Рис. 1.5. Система автоматичного регулювання мікрокліматичних параметрів у приміщенні (патент **UA 101943 U**) [6] Система складається з таких основних елементів [6]: 1 – мікропроцесор; 2 – блок аналізу та регулювання параметрів; 3 – тваринницьке приміщення; 4 – датчик температури повітря; 5 – датчик відносної вологості повітря; 6 –

датчик концентрації аміаку; 7 – датчик рівня вуглекислого газу; 8 – задавач температури для мікропроцесора; 9,14,18,22 – блоки порівняння (суматори); Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 14 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 10,15,19,23 – регулятори; 11,16 – коригувальні суматори; 12 – виконавчий механізм для регулювання температури та вологості; 13 – задавач вологості для мікропроцесора; 17 – задавач допустимого рівня вуглекислого газу; 20 – виконавчий механізм регулювання концентрації вуглекислого газу; 21 – задавач допустимого рівня аміаку; 24 – виконавчий механізм регулювання концентрації аміаку; 25,26 – блоки коригувальних сигналів зворотного зв'язку. У патенті [UA 72565 U](#) запропоновано метод автоматичного регулювання мікроклімату в приміщеннях шляхом керування подачею теплоносія в секцію нагріву кондиціонера. Дана система орієнтована на застосування в будівництві та експлуатації виробничих і житлових будівель. Подібно до попередніх рішень, регулювання мікрокліматичних параметрів (температури та вологості повітря) здійснюється мікропроцесором. Однак на відміну від інших систем, ця конструкція дозволяє додатково керувати швидкістю повітряного потоку. Водночас основним недоліком залишається відсутність функції передачі даних через Інтернет. Рис. 1.5. Система автоматичного регулювання мікрокліматичних параметрів у приміщенні (патент [UA 72565 U](#)) [7] Система складається з таких основних елементів [7]: 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10 – суматори; 2, 7, 11 – регулятори; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 15 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 4 – об'єкт управління; 12, 13 – елементи перехресного зв'язку; 14, 15 – коригувальні зв'язки; [U1](#), [U2](#), [U3](#) – керуючі дії (у відсотках від умовного регульованого об'єму); [ΦT](#)зд – задане значення температури; [ΦB](#)зд – задане значення вологості повітря; [Φρ](#)зд – задане значення розрідження повітря; [T](#), [Φ](#), [P](#) – відповідно поточні значення температури, вологості та розрідження повітря. Патентний аналіз [10–15] показав, що за своєю структурою більшість існуючих систем контролю мікроклімату мають схожі архітектурні рішення. В цілому системи регулювання кліматичних умов виробничих приміщень, як правило, складаються з трьох основних типів компонентів: Контролер – керуючий пристрій, що координує роботу системи та забезпечує її взаємодію із зовнішнім середовищем; Датчики – пристрої, які фіксують поточні параметри навколишнього середовища; Виконавчі механізми – елементи, що реалізують команди контролера для регулювання параметрів мікроклімату. Різниця у функціональності систем, розглянутих у роботах [10–15], визначається перш за все типами використаних датчиків, методами опрацювання зібраних даних та архітектурою реалізації зворотного зв'язку між окремими блоками. Наприклад, у роботі [10] описується комп'ютеризована система контролю та регулювання мікроклімату робочого місця, яка здійснює моніторинг температури, вологості та рівня освітленості завдяки використанню комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням. Структурну схему цієї системи наведено на рисунку 1.6. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 16 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.6. Структурна схема комп'ютеризованої системи моніторингу та керування мікрокліматом робочого місця Архітектура системи включає: сенсор температури (1), датчик освітленості (2) та гігрометр (3), вихідні сигнали яких інтегруються в мікроконтролерному інформаційно-вимірювальному блоці (4). Дані з цього блоку передаються через послідовний інтерфейс (5) до обчислювальної машини (6). Паралельний порт (7) комп'ютера через комунікаційний канал (8) з'єднаний з входом керуючого пристрою (9), що здійснює управління виконавчими механізмами: освітлювальною системою робочої зони (10), нагрівачем (11), зволожувачем (12) та охолоджувачем повітря (13). В описуваній системі інформація, отримана від сенсорів, передається до комп'ютера для подальшого аналізу. На основі опрацьованих даних генеруються керуючі сигнали, що використовуються для регулювання параметрів мікроклімату. У роботі [11] представлено пристрій, призначений для визначення параметрів мікроклімату та концентрації шкідливих речовин у повітрі. Зазначена система забезпечує одночасне автоматизоване вимірювання дванадцяти показників, серед яких: температура, відносна вологість, атмосферний тиск, рівень освітленості, а також вміст таких небезпечних газів, як монооксид вуглецю, діоксид вуглецю, аміак, сірководень, оксиди азоту (I) та (IV), метан і формальдегід. Збір та обробка первинних даних здійснюються мікроконтролером, а формування керуючих сигналів покладається на вторинний прилад. Структурна схема цієї системи детально зображена на рисунку 1.7. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 17 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.7. Структурна схема системи для моніторингу мікрокліматичних параметрів та вмісту шкідливих речовин у повітрі До складу системи входять п'ять блоків для здійснення вимірювань (1), а також модулі, що відповідають за керування (2) та

обробку даних (3). Для забезпечення бездротової взаємодії між цими елементами використовується радіоадаптер бездротової мережі (16), що дозволяє підключати всі вимірювальні блоки до модулів керування та аналізу даних через радіоканал. Це суттєво розширює можливості застосування подібної системи в різних умовах. Попри те, що система має надлишковий набір сенсорів для завдань моніторингу мікроклімату серверних приміщень, її концепція використання кількох ідентичних модулів забезпечує розширений контроль простору із застосуванням лише одного мікроконтролера. Додатковою перевагою є можливість бездротової передачі даних, що значно полегшує встановлення сенсорів у важкодоступних місцях. Серед загальних недоліків систем, що розглядаються в джерелах [10-13, 15], слід виділити складну архітектуру, низьку гнучкість у застосуванні та значне енергоспоживання. Патент [14] пропонує електронний аналізатор параметрів мікроклімату для системи

Цитування: 0,01%

id: 8

"розумний дім",

який, на відміну від попередніх рішень, не має складної архітектури, є більш гнучким у використанні та має знижене енергоспоживання. Цей прилад включає модулі для вимірювання температури, тиску, вологості та освітленості, а також блок обробки даних і радіочастотний модуль для обміну інформацією та отримання керуючих сигналів. Структурну схему цієї розробки можна побачити на рисунку 1.8. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 18 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.8. Схема будови аналізатора мікроклімату для

Цитування: 0,01%

id: 9

"розумного дому"

Електронний аналізатор мікроклімату приміщення містить такі основні компоненти: датчик температури (1), сенсор атмосферного тиску (2), датчик вологості повітря (3) та сенсор освітленості (4). Усі вони підключені до модуля обробки інформації (5), який обладнаний пристроєм для конвертації сигналів і формування інформаційного пакету (6). Цей модуль також підключений до блоку для введення ідентифікаторів (7), який має двопозиційні перемикачі (8), а також до радіопередавача (9) та шини для обміну даними (10). Живлення всіх елементів аналізатора забезпечує блок електроживлення (11), який включає контролер подачі живлення (12) та порт [Micro-USB](#) (13), що підключається до спільної енергомережі. Для ідентифікації типів з'єднань у схемі використано такі позначення: суцільна лінія – аналоговий провідний канал обміну даними; штрихова лінія – цифровий провідний канал обміну даними; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 19 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ радіосигнал – радіочастотний канал обміну даними; товста суцільна лінія – мережа живлення. На рисунку 1.9 наведено схему конструкції перемикачів, призначених для налаштування ідентифікаторів електронного аналізатора [14]. Рис. 1.9. Схема конструкції перемикачів Запропонований електронний аналізатор передбачає можливість налаштування рівня потужності радіочастотного сигналу та частоти передавання даних. Такі функції дозволяють оптимізувати режим роботи пристрою відповідно до специфіки його застосування та забезпечити раціональне використання електроенергії. Конструкція цієї метеостанції дає змогу підключати до одного контролера до 16 пристроїв, що можуть розташовуватись на відстані до 80 метрів від нього. Це дозволяє здійснювати моніторинг мікрокліматичних параметрів на значних площах, зокрема понад 19 000 м² [14]. Завдяки використанню простих інтерфейсів для передавання даних та відсутності вбудованого контролера аналізу, конструкція пристрою є спрощеною, що позитивно впливає на зниження вартості його виготовлення. Завдяки можливості підключення метеостанції до зовнішнього контролера, її функціонал значно розширюється. Таким чином, розроблений електронний аналізатор мікроклімату для

Цитування: 0,01%

id: 10

"розумного дому"

є простим, надійним, недорогим у виробництві та зручним у використанні. Пристрій здатен ефективно збирати всі необхідні дані щодо мікроклімату, що дає змогу формувати сценарії для автоматизованого управління інженерною інфраструктурою будинку з метою підтримання оптимальних умов [14]. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 20 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Цей аналізатор є універсальним за способами підключення та передавання даних до контролера системи

Цитування: 0,01%

id: 11

«розумний будинок»,

а також має гнучкі можливості щодо живлення. Пристрій характеризується високою енергоефективністю, автономністю та автоматизованим налаштуванням параметрів роботи. Конструктивно передбачені ідентифікатори дозволяють охопити значну площу контролю мікроклімату та передавати дані до єдиного контролера [14]. У дослідженні [16] авторами було реалізовано систему моніторингу мікроклімату на базі двох мікроконтролерів [Arduino](#), де для вимірювання температури використовувалися датчики на основі терморезистора [DHT11](#). Рис. 1.10. Передатчик та приймач Ця система відзначається простотою конструкції та конкурентоспроможною собівартістю, однак вона не є придатною для використання в серверних кімнатах (СК), оскільки не забезпечує контроль вологості повітря. На основі аналізу можна дійти висновку, що за структурною організацією системи моніторингу мікрокліматичних параметрів у приміщеннях загалом підходять для застосування в СК. Вони, як правило, побудовані на основі мікроконтролерів або мікропроцесорів, до яких підключаються сенсори різних типів. Вибір типу сенсорів, а також їх кількість залежать від конкретних задач, конфігурації та розмірів серверного приміщення. Водночас параметри температури та вологості повітря залишаються базовими й контролюються в усіх випадках незалежно від особливостей системи. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 21 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Наприклад, у дослідженні [17] авторами була розроблена система моніторингу мікрокліматичних параметрів серверної кімнати, побудована на основі популярної безкоштовної платформи для автоматизації [Home Assistant](#) з відкритим вихідним кодом (див. рис. 1.11). Рис. 1.11. Головна сторінка платформи [Home Assistant](#) За допомогою платформи [Home Assistant](#) ефективно організовується автоматизований контроль серверних приміщень, що забезпечує моніторинг, створення автоматичних сценаріїв та сповіщення про події через [SMS](#) або відео. Для безперервного спостереження за станом серверної інфраструктури використовується комплекс датчиків: два сенсори температури та вологості, детектор задимлення, датчик контролю чистоти повітря, а також дві відеокамери з функціями інфрачервоного бачення та звукового оповіщення при фіксації руху. Для контролю температурного режиму в серверному приміщенні використовуються інтелектуальні [Wi-Fi](#) датчики, зокрема [Aqara Aags-soi](#) та [Wsdccqi Ilm](#). У разі несправностей порівняння даних із кількох сенсорів дозволяє оперативно виявити відхилення у показаннях. Інтеграція всіх сенсорів та пристроїв в єдиному інтерфейсі [Home Assistant](#), що доступний як через веб-браузер, так і мобільний додаток, створює зручну платформу для побудови автоматизованих систем моніторингу мікроклімату в серверних кімнатах. Проте цей підхід вимагає використання високотехнологічних датчиків і постійного підключення до платформи, що не завжди є доцільним для реалізації систем кліматичного контролю. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 22 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ На українському ринку системи моніторингу мікроклімату серверних кімнат пропонуються кількома компаніями. Наприклад, компанія Кластер [18] розробила систему спостереження за температурними та вологісними параметрами СК. При виявленні перевищення допустимих значень сенсори активують механізм автоматичного надсилання [SMS](#)-повідомлення відповідальному користувачу, інформуючи про поточний стан температури та вологості в серверному приміщенні. Крім того, ця система може керувати кондиціонерами та інтегруватися із системою звукового сповіщення. Серед основних переваг рішення – простота конструкції, доступність та невисока вартість. До недоліків відноситься відсутність можливості здійснювати моніторинг у режимі реального часу. Ще одна розробка – система [SNMP](#)-моніторингу серверної кімнати від компанії [KVAZARMICRO](#) [19], призначена для обслуговування невеликих серверних приміщень, що вміщують від п'яти до десяти локальних серверів (див. рисунок 1.12). Головна мета цієї системи полягає у безперервному локальному контролі як стану серверного обладнання, так і параметрів мікроклімату в серверній кімнаті. Інформування про критичні ситуації здійснюється в режимі реального часу як локально (за допомогою звукових сигналів та повідомлень на дисплеї пристрою), так і віддалено через мобільний додаток ([Android](#)/[iOS](#)) та месенджер [Telegram](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 23 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.12. Система [SNMP](#) моніторингу мікроклімату серверної кімнати Дана система забезпечує моніторинг серверного обладнання із використанням протоколу [SNMP](#). Вона дозволяє отримувати широкий спектр даних про роботу серверів, зокрема: температурні показники процесорів, чіпсетів та мостів; швидкість обертання вентиляторів;

стан блоків живлення; тривалість безперервної роботи серверів ([uptime](#)). Окрім цього, система надає інформацію про [uptime](#) операційної системи, що дозволяє виявити ситуації, коли сервер функціонує, але ОС зависла. Також здійснюється моніторинг мікроклімату серверної кімнати, включаючи температурний режим, рівень вологості, стан дверей (із можливістю підключення датчика руху) та контроль витоків води. Система підтримує інтеграцію з [UPS](#) для фіксації переходу на автономне живлення, а також здійснює моніторинг критичних мережевих пристроїв, таких як [Switch](#) або [Router](#) (за наявності [SNMP](#)-підтримки). Серед основних переваг цієї системи: Оповіщення операторів про аварійні ситуації у реальному часі; Попередження збоїв у роботі обладнання (наприклад, завчасне повідомлення про перегрів процесора); Високий рівень автономності, що зменшує залежність від людського фактору та дозволяє обійтися без постійної присутності локального адміністратора; Простота інсталяції та експлуатації. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 24 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Основним недоліком є висока вартість системи. У джерелі [20] наведено результати аналітичного огляду програмних рішень, призначених для моніторингу параметрів навколишнього середовища в серверних кімнатах. Оцінка проводилася на основі наступних критеріїв: наявність локальних сповіщень для оператора; підтримка інформування через електронну пошту або [SMS](#)-повідомлення; специфіка програмно-апаратної реалізації; простота конфігурації та технічного обслуговування; здатність інтеграції з різноманітними типами сенсорів; наявність безкоштовної пробної версії або гарантії повернення коштів протягом тестового періоду; оптимальне співвідношення вартості та функціональності. На підставі зазначених параметрів було визначено найкращі системи моніторингу середовища для серверних приміщень, однією з яких є [NETMON](#) [21]. [NETMON](#) – це рішення для моніторингу навколишнього середовища в дата-центрах та серверних кімнатах, яке забезпечує контроль таких параметрів, як температура, швидкість повітряного потоку, витoki води, електроживлення, безпека, а також виявлення диму. Система управляється через централізовану панель управління (див. рис. 1.13). [NETMON](#) застосовує серію сенсорних пристроїв [Akcp SensorProbe](#), спеціально розроблених для моніторингу серверних стійок та оперативного інформування про зміни параметрів середовища. Серед переваг цієї системи: наявність фізичного пристрою для збору даних; адаптація для серверних кімнат різного масштабу; сповіщення оператора локально на робочому місці; підтримка надсилання [SMS](#)-повідомлень користувачам; можливість моніторингу продуктивності системи; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 25 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ широкий спектр сенсорів для контролю всіх необхідних параметрів середовища; наявність демоверсії для тестування. Рис. 1.13. Централізована панель управління системи [Netmon](#) Основним недоліком цієї системи є її висока вартість. [TEMPCUBE](#) [22] [TEMPCUBE](#) (див. рис. 1.14) – це бюджетне рішення для передачі даних сенсорів серверної кімнати до системи моніторингу. Пристрій використовує бездротову технологію для обміну даними, а програмне забезпечення сумісне з мобільними пристроями, що дозволяє здійснювати моніторинг із будь-якої точки. Це рішення підходить для підприємств різного масштабу, хоча найефективніше проявляє себе в умовах великих організацій із розгалуженою серверною інфраструктурою. Основні переваги [TEMPCUBE](#): Автономність – пристрій може бути встановлений у будь-якому місці завдяки вбудованому акумулятору; Збір даних щодо температури та вологості через [Wi-Fi](#) з подальшою передачею до системи моніторингу; Дистанційний контроль – можливість перевіряти стан системи через мобільний додаток; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 26 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Гнучке налаштування порогових значень температури та вологості з автоматичним оповіщенням у разі їх перевищення; Сповіщення здійснюється за допомогою [SMS](#) або електронної пошти. Це робить [TEMPCUBE](#) доступною альтернативою для організації базового контролю мікроклімату в серверних кімнатах. Недоліки: не має пробної безкоштовної версії; ціна. Рис. 1.14. Сенсорний пристрій [tempCube MONNIT](#) [23] Система [MONNIT](#) призначена для комплексного моніторингу як мікрокліматичних умов, так і стану обладнання, розміщеного в серверних кімнатах. Рішення базується на використанні бездротових сенсорів, які фіксують показники навколишнього середовища та передають дані через шлюз на централізовану платформу моніторингу (див. рис. 1.15). Незважаючи на те, що система виглядає доволі складною, її розгортання займає менше 15 хвилин, що значно спрощує процес налаштування. Після встановлення управління системою здійснюється віддалено, а для зручності моніторингу існують спеціалізовані мобільні додатки для платформ [Android](#) та [iOS](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 27 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Переваги [MONNIT](#): здатність

контролювати до 70 різних параметрів; використання бездротових технологій передачі даних; можливість моніторингу мікрокліматичних умов у реальному часі. Недоліки: відносно висока вартість; складність конфігурації для деяких користувачів. Рис. 1.15.

Система моніторингу з використанням бездротових сенсорів [ITWATCHDOGS](#) [24] Система моніторингу [ITWatchDogs](#) є високоефективним рішенням для контролю умов у серверних кімнатах, що забезпечує надійне керування інфраструктурою даних [24]. Продукт [ITWatchDogs](#) від [Vertiv Geist](#) (див. рис. 1.16) розроблено компанією [Vertiv Group](#), яка спеціалізується на обладнанні для серверних приміщень і центрів обробки даних. Однією з основних переваг системи є її здатність до комплексного контролю параметрів навколишнього середовища. [ITWatchDogs](#) забезпечує точне вимірювання температури, рівня вологості, швидкості повітряного потоку, а також має можливість виявляти присутність води або інших рідин у серверному приміщенні. Завдяки цьому адміністраторам вдається оперативно реагувати на зміни мікроклімату, що можуть загрожувати стабільній роботі обладнання, зокрема в разі підвищення температури, яка може призвести до перегріву серверів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 28 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.16. Зовнішній вигляд системи [ITWatchDogs](#) Система [ITWatchDogs](#) додатково оснащена функціями забезпечення фізичної безпеки, такими як датчики руху та магнітні контакти для контролю стану дверей, що створює додатковий рівень захисту від несанкціонованого доступу до серверних приміщень. Однією з ключових переваг цього рішення є висока гнучкість у налаштуванні сповіщень і тривог: користувач може вибирати способи отримання повідомлень – електронною поштою, через [SMS](#) або за допомогою мобільних додатків. Ще однією важливою особливістю [ITWatchDogs](#) є можливість інтеграції з іншими системами моніторингу та управління дата-центрами, що дозволяє централізовано контролювати всю [IT](#)-інфраструктуру підприємства. Така інтеграція забезпечує ефективну взаємодію між різними компонентами системи, спрощуючи адміністрування та посилюючи загальну надійність роботи. Завдяки поєднанню широких можливостей моніторингу довкілля, функцій безпеки та адаптивних налаштувань оповіщення, [ITWatchDogs](#) є ефективним інструментом для забезпечення стабільності й захищеності серверних кімнат. Проте через свою високу вартість це рішення більше орієнтоване на великі комерційні структури, і є малопридатним для впровадження в освітніх установах. Наступна система демонструє приклад більш бюджетного рішення для моніторингу температури, вологості та наявності руху [3]. Це самостійно зібране рішення, яке має певні обмеження порівняно з комерційними системами. Система складається з таких компонентів: Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 29 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ сенсори температури та вологості [DHT-22](#); датчик диму [MQ-2](#); мікроконтролер [Arduino](#) із модулем [Ethernet Shield](#); вентилятор постійного струму; центр моніторингу (див. рис. 1.17).

Програмна частина включає веб-додаток, серверну частину та базу даних, що дозволяє здійснювати моніторинг і керування через вебінтерфейс. Система також підтримує віддалене сповіщення через [GSM](#)-мережу, що забезпечує зручний доступ до інформації та оперативне отримання повідомлень про критичні зміни. Завдяки поєднанню вебінтерфейсу та [GSM](#)-оповіщень рішення є доступним і зручним у використанні, хоча й поступається комерційним аналогам за рівнем функціональності та надійності. Рис. 1.17. Схема роботи системи Система [AVTECH](#) є одним із провідних рішень для моніторингу серверних приміщень, що відзначається високим рівнем контролю та керування критично важливою [IT](#)-інфраструктурою [4]. Це рішення орієнтоване на забезпечення максимальної надійності, безпеки та стабільності умов роботи серверного обладнання. Ключовою особливістю [AVTECH](#) є розширений моніторинг середовища, що охоплює контроль таких важливих параметрів, як температура, вологість, рівень шуму, а також виявлення наявності води або диму в приміщенні. Це дозволяє ефективно попереджати аварійні ситуації, такі як перегрів серверів чи виникнення загорянь, які можуть призвести до порушення роботи системи. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 30 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Крім моніторингу мікроклімату, [AVTECH](#) також інтегрує засоби фізичної безпеки, включаючи датчики руху та контролери доступу до серверної кімнати. Це забезпечує додатковий захист як обладнання, так і конфіденційних даних від несанкціонованого втручання. Окремо варто виділити систему сповіщень і тривог, яка налаштовується відповідно до потреб користувача. Оповіщення можуть надсилатися електронною поштою, [SMS](#) або через мобільні застосунки, що дозволяє адміністраторам своєчасно реагувати на критичні зміни в роботі серверного приміщення. Ще однією перевагою [AVTECH](#) є можливість інтеграції з іншими системами управління дата-центрами,

що забезпечує централізований моніторинг і керування всією ІТ-інфраструктурою. Це рішення легко адаптується до різних ІТ-систем і дозволяє ефективно взаємодіяти з наявним обладнанням. Завдяки своїм розширеним можливостям AVTECH є ідеальним вибором для підприємств, які потребують надійного та всеосяжного контролю умов у серверних кімнатах. Від спостереження за мікрокліматом до інтеграції з охоронними системами – це комплексне рішення забезпечує стабільну роботу критичних ІТ-ресурсів. Проте, через свою високу вартість, AVTECH є малопридатним для впровадження в освітніх установах або малому бізнесі. Проведений аналіз показав, що ринок рішень для моніторингу мікроклімату серверних кімнат як в Україні, так і за кордоном представлений досить широко. Існує значне розмаїття систем, які відрізняються функціональними можливостями: від базового контролю температури й вологості до комплексних рішень, що одночасно виконують функції систем безпеки (моніторинг дверей, вікон) та контролюють роботу серверного обладнання. Більшість таких систем використовують бездротову передачу даних між сенсорами та центральними серверами, інтегруючись із хмарними платформами для забезпечення доступу з будь-якої точки. Водночас загальними недоліками цих рішень є їх прив'язаність до фірмових сенсорів конкретного виробника, що ускладнює адаптацію з іншими компонентами. Більшість систем орієнтовані на великі дата-центри або великі серверні кімнати, а їхня вартість, разом із регулярними платежами за використання фірмового програмного забезпечення, часто перевищує бюджет малого бізнесу чи освітніх закладів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 31 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Крім того, складність налаштування та велика кількість параметрів, які потребують контролю, роблять процес впровадження таких систем досить ресурсоємним. Найкращим варіантом для навчальних закладів і малого бізнесу є створення власного рішення для моніторингу мікроклімату, яке дозволяє задовольнити базові потреби в контролі ключових параметрів, зберігаючи при цьому доступність та простоту в обслуговуванні. 1.3. Стандарти та рекомендації з моніторингу умов у серверних приміщеннях У даному розділі представлено рекомендації щодо визначення кількості та оптимального розташування датчиків температури та вологості в серверних приміщеннях, розроблені на основі вимог стандарту ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2022

Цитування: 0,05%

id: 12

«Стандарт енергоефективності для будівель, за винятком малоповерхових житлових об'єктів» [25]

. Відповідно до відомостей, розміщених на ресурсі [26], обов'язковому контролю підлягають наступні параметри: температура та вологість у межах серверного приміщення; температура в безпосередній близькості від систем опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC); температура повітря на вході та виході серверної стійки. Рекомендації стосовно оптимального розміщення та типів сенсорних пристроїв наведено у Таблиці 1.2 [26]. Відповідно до стандартів ASHRAE [25] та даних, представлених у Таблиці 1.2, для ефективного моніторингу мікрокліматичних параметрів на рівні серверної стійки необхідно встановити не менше шести температурних сенсорів. Датчики повинні розташовуватися по обидва боки стійки – на передній та задній частинах, а також на трьох рівнях: у верхній, середній та нижній зонах. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 32 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Таблиця 1.2 Рекомендації з оптимального розміщення датчиків температури та вологості в серверному приміщенні

Область застосування	Місце встановлення сенсорів	Нормативні значення параметрів
Рекомендовані типи датчиків	Вологість у серверній кімнаті	У зонах з підвищеним ризиком зміни вологості 40% – 60%
Датчик вологості	Температура в серверній кімнаті	У місцях з підвищеною температурою 18–27 °C
Датчик температури	Обігрів, вентиляція, кондиціонування (HVAC)	Поруч із кожним пристроєм HVAC для контролю їхнього стану
Температура: 18–27 °C; вологість: 40% – 60%	Датчик температури та вологості	
Температура на вході в серверну стійку	ASHRAE рекомендує по 3 сенсори на передній частині кожної стійки (зверху, посередині, внизу)	18–27 °C
Датчик температури	Температура на виході зі стійки	ASHRAE рекомендує по 3 сенсори на задній частині кожної стійки (зверху, посередині, внизу)
Менше ніж 20 °C	Датчик температури	Моніторинг мікрокліматичних параметрів у серверних приміщеннях здійснюється шляхом встановлення датчиків температури та вологості. Розміщення цих сенсорів передбачає: встановлення у зонах із потенційним перегрівом усередині серверної кімнати; розташування поблизу кондиціонерів для своєчасного виявлення можливих несправностей систем охолодження. Для невеликих серверних кімнат допускається використання як

дротових, так і бездротових датчиків. Провідні сенсори дозволяють знизити загальну вартість системи, водночас бездротові рішення забезпечують більшу гнучкість і простоту встановлення. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 33 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ В результаті здійсненого аналізу (розділи 1.2 та 1.3) були сформульовані фундаментальні вимоги до системи спостереження за мікрокліматом у серверному приміщенні: Система повинна забезпечувати підтримання оптимальних рівнів температури та вологості для гарантованої працездатності серверного обладнання. Система має працювати в цілодобовому режимі протягом усього року без перерв. У випадку використання повітряної системи охолодження, вимірювання температурних і вологісних показників необхідно здійснювати на висоті 1,5 метра від поверхні підлоги. Повинна бути передбачена можливість гнучкого налаштування порогових значень температури та вологості в процесі експлуатації. Система має забезпечувати передачу даних на віддалені пристрої через [Wi-Fi](#). Повинна бути можливість подальшого розширення функціоналу системи (модульність). Максимально допустиме відхилення при вимірюванні температури – $\pm 0,5$ °C. Вимірювальний пристрій повинен охоплювати температурний спектр від 0 до 60 °C. Точність вимірювання вологості повинна знаходитися в межах 2–5%. Система повинна забезпечувати вимірювання вологості в діапазоні 0–100% Інтервал між вимірюваннями температури та вологості має становити від 30 секунд до 1 хвилини. Ці вимоги забезпечують належний рівень контролю параметрів мікроклімату для підтримання стабільної роботи серверного обладнання та своєчасного реагування на зміни умов у серверному приміщенні. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 34 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Висновки до розділу Проведений огляд літературних джерел та нормативних документів підтвердив актуальність розробки автоматизованої системи моніторингу мікроклімату серверних приміщень, особливо з урахуванням потреб освітніх установ та малого бізнесу, які мають обмежені бюджети й не потребують надлишкових функцій, притаманних промисловим системам. Враховуючи специфіку таких об'єктів, розробка подібної системи має базуватися на модульній архітектурі, яка дозволяє адаптувати функціонал під конкретні вимоги користувача та забезпечує можливість масштабування. В межах першого розділу було ретельно досліджено законодавчу та нормативну базу, що регулює параметри внутрішнього клімату в серверних кімнатах. Розглянуто основні стандарти, зокрема [ASHRAE](#), які визначають перелік параметрів, що підлягають обов'язковому контролю (температура, вологість), та їхні оптимальні значення для підтримки стабільної працездатності серверного обладнання. Окрім цього, було проведено зіставний аналіз існуючих рішень для спостереження за мікрокліматом у серверних кімнатах. Розглянуто їх функціональні можливості, переваги та недоліки. Встановлено, що більшість комерційних систем орієнтовані на великі дата-центри або серверні приміщення значних розмірів. Такі системи характеризуються високою вартістю, складністю налаштування, обмеженою сумісністю з нестандартними сенсорами, а також необхідністю регулярної оплати за використання фірмового програмного забезпечення. В рамках аналізу також розглянуто стандарти щодо кількості, типів і розташування сенсорів залежно від контрольованих зон (загальний простір серверної кімнати, серверні стійки, системи [HVAC](#)). Це дозволило сформулювати чітке уявлення про основні технічні вимоги до системи моніторингу. У підсумку, було сформульовано технічні вимоги до автоматизованої системи контролю мікроклімату серверного приміщення, які враховують не лише нормативні обмеження, але й потреби в гнучкості, доступності та простоті використання для малих організацій. Така система має забезпечувати базові функції моніторингу температури та вологості, підтримувати можливість віддаленого доступу через [Wi-Fi](#), гарантувати точність вимірювань та дозволяти оперативне налаштування порогових значень. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 35 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Таким чином, розробка доступної, енергоефективної та адаптивної системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати є перспективним напрямом, що дозволяє забезпечити оптимальні умови експлуатації [IT](#)-обладнання навіть у невеликих серверних приміщеннях. РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ СЕРВЕРНОЇ КІМНАТИ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА [ARDUINO](#) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 36 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ СЕРВЕРНОЇ КІМНАТИ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА [ARDUINO](#) Літ. Акрушів 37 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . 2.1. Огляд основних компонентів системи 2.1.1. Огляд [Arduino Mega](#) Для реалізації проєкту комп'ютерної системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати в рамках даної роботи

було обрано мікроконтролерну плату [Arduino Mega](#). Це рішення обумовлене низкою факторів, включаючи доступність, гнучкість та широку підтримку спільноти розробників. [Arduino Mega](#) 2560 є розширеною версією популярної платформи [Arduino](#), побудованою на базі потужного мікроконтролера [ATmega2560](#) [10]. Ця плата пропонує значно більше ресурсів порівняно зі своїми попередниками, включаючи більшу кількість цифрових та аналогових входів/виходів, а також кілька послідовних портів [UART](#). Така архітектура дозволяє реалізувати складніші проекти, що вимагають великої кількості периферійних пристроїв. Однією з ключових переваг [Arduino Mega](#) 2560 є її відкритість. Плата має відкритий апаратний і програмний код, що дозволяє глибоко вивчити її роботу та модифікувати під власні потреби. Крім того, існує велика спільнота розробників, яка створює різноманітні бібліотеки, щити та інші ресурси, що спрощують процес розробки. Простота використання [Arduino Mega](#) 2560 також є важливим фактором. Інтуїтивно зрозуміле середовище розробки [Arduino IDE](#) дозволяє швидко створювати та завантажувати програми на плату, навіть для користувачів без глибоких знань в області програмування. Таким чином, вибір [Arduino Mega](#) в якості основної платформи для проекту комп'ютерної системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати є обґрунтованим з точки зору її технічних характеристик, доступності, гнучкості та широкої підтримки спільноти розробників. Плата оснащена всім необхідним для роботи: кварцовим резонатором, роз'ємами живлення та програмування, а також кнопкою скидання. Для живлення можна використовувати як зовнішній блок живлення, так і підключення до комп'ютера через [USB](#)-кабель. [Arduino Mega](#) 2560 сумісна з більшістю щитів, розроблених для попередніх версій платформи, що дозволяє розширювати її функціональність за допомогою додаткових модулів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 37 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Використання [Arduino Mega](#) дозволить реалізувати широкий спектр функцій в системі моніторингу мікроклімату серверної кімнати, включаючи управління освітленням, контролювання температури, забезпечення безпеки та багато іншого (рис. 2.1). Рис. 2.1. Мікроконтролер [Arduino Mega](#) 2560 Плата [Arduino Mega](#) 2560 є однією з найпотужніших платформ в сімействі [Arduino](#), що відрізняється значно розширеною функціональністю порівняно зі своїми попередниками. Однією з ключових особливостей [Mega](#) 2560 є використання мікроконтролера [ATmega16U2](#) (або [ATmega8U2](#) в ранніх версіях) для реалізації інтерфейсу [USB-UART](#) замість традиційних мікросхем [FTDI](#) [10]. Таке рішення спрощує процес оновлення прошивки та забезпечує більшу інтеграцію з платформою [Arduino](#). Опис пінів плати на базі [ATmega16U2](#) показаний на рисунку 2.2. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 38 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.2. Опис пінів плати [Arduino Mega](#) Рис. 2.3. Распінковка чипа [Atmega2560](#) Починаючи з версії [R2](#), на платі [Mega](#) 2560 був доданий резистор підтяжки до землі лінії [HWB](#) мікроконтролера [8U2](#), що додатково спростило процедуру переходу пристрою в режим [DFU](#). Версія [R3](#) принесла ще більше удосконалень: з'явилися виводи [SDA](#) і [SCL](#) для підключення зовнішніх пристроїв, а також новий вивід [IOREF](#), який дозволяє платам розширення адаптуватися до різної напруги живлення (5 В або 3.3 В). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 39 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ [Arduino Mega](#) 2560 сумісна з більшістю щитів, розроблених для попередніх версій платформи [Arduino](#) ([Uno](#), [Diecimila](#), [Duemilanove](#)) завдяки однаковому розташуванню основних компонентів, таких як цифрові та аналогові входи/виходи, роз'єми живлення та [ICSP](#). Це дозволяє легко розширювати функціональність плати за допомогою додаткових модулів. Технічні характеристики [Arduino Mega](#) 2560: Мікроконтролер: [ATmega2560](#) Напруга живлення: 5 В (номінальна), діапазон робочих напруг 7-20 В Цифрові входи/виходи: 54 (з них 15 з функцією ШІМ) Аналогові входи: 16 Пам'ять: флеш-пам'ять 256 КБ, [SRAM](#) 8 КБ, [EEPROM](#) 4 КБ Тактова частота: 16 МГц Зовнішні джерела живлення можуть бути представлені мережевими адаптерами змінного струму або акумуляторами. Для підключення зовнішнього джерела живлення використовується спеціальний роз'єм на платі. Рекомендується використовувати адаптери з напругою в діапазоні від 7 до 20 В. Вихідна напруга адаптера 5 В подається на відповідний контакт на платі, забезпечуючи живлення всіх компонентів. Важливо зазначити, що використання напруги живлення нижче 7 В може призвести до зниження вихідної напруги 5 В і, як наслідок, до нестабільної роботи плати. З іншого боку, надмірна напруга (понад 12 В) може призвести до перегріву стабілізатора напруги та виходу плати з ладу. Тому, для забезпечення оптимальної роботи [Arduino Uno](#), слід дотримуватися рекомендованих параметрів живлення. Підключення зовнішнього джерела живлення здійснюється шляхом під'єднання позитивного полюса до контакту [VIN](#), а негативного - до контакту [GND](#) на платі. При використанні акумулятора також необхідно

під'єднати його до цих контактів. Вибір джерела живлення залежить від конкретних умов експлуатації плати [Arduino Mega](#). Для стаціонарних застосувань можна використовувати мережевий адаптер, а для портативних пристроїв - акумулятори або батареї. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 40 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ

Цифрові виводи [Arduino Mega](#), які можуть працювати як входи, так і виходи, забезпечують гнучкість при розробці електронних проєктів. Кожен вивід здатний працювати з напругою до 5 В і витримувати струм до 40 мА. Для зручності роботи з датчиками передбачена можливість підключення внутрішніх підтягуючих резисторів. Функції [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#) та [digitalRead\(\)](#) дозволяють легко керувати станом цих виводів (рис. 2.4). Рис. 2.4. Виводи [Arduino Mega](#)

Для захисту мікроконтролера та підключених до нього пристроїв від перевантажень, плата [Arduino Uno](#) оснащена запобіжником. Запобіжник розрахований на максимальний струм 500 міліампер. У випадку перевищення цього значення, запобіжник перегорає, розриваючи електричний ланцюг та запобігаючи пошкодженню плати. Цей додатковий рівень захисту є важливим, оскільки навіть сучасні комп'ютери не завжди можуть забезпечити повний захист від перевантажень за лінією [USB](#). Принципова схема плати показана на рисунку 2.5. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 41 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.5. Принципова схема плати [Arduino Mega](#)

[Arduino Mega](#) 2560 є потужною і універсальною платформою для розробки електронних пристроїв. Вона поєднує в собі високу продуктивність, розширені можливості та сумісність з великою кількістю додаткових модулів. Завдяки своїм характеристикам, [Arduino Mega](#) 2560 є відмінним вибором для реалізації складних проєктів у сферах робототехніки, автоматизації та Інтернету речей.

2.1.2. Опис [PIR](#)-датчика

Піроелектричний інфрачервоний датчик ([PIR](#)-датчик) є високочутливим електронним пристроєм, призначеним для виявлення інфрачервоного випромінювання, яке випускають усі теплі тіла, включаючи людей і тварин. Принцип роботи [PIR](#)-датчика заснований на використанні піроелектричного матеріалу, який генерує електричний заряд при зміні температури [13]. Конструктивно [PIR](#)-датчик складається з лінзи Френеля, яка фокусує інфрачервоне випромінювання на піроелектричний елемент. Коли в зоні дії датчика з'являється рухомий об'єкт, що випромінює тепло, його інфрачервоне випромінювання змінює температуру піроелектричного елемента, що призводить до виникнення електричного сигналу. Цей сигнал обробляється електронною схемою датчика і може використовуватися для подальшої передачі або активації інших пристроїв (рис. 2.6). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 42 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.6. [PIR](#)-датчик

Піроелектричні інфрачервоні датчики ([PIR](#)-датчики) є ефективним засобом для виявлення руху в навколишньому середовищі. Принцип їх роботи заснований на реєстрації змін теплового випромінювання, яке виникає при русі об'єктів. Однією з основних функцій [PIR](#)-датчиків є виявлення руху. Коли в зоні дії датчика з'являється об'єкт, що випромінює тепло (наприклад, людина або тварина), датчик реєструє зміну теплового потоку і генерує електричний сигнал. Цей сигнал може використовуватися для активації різних пристроїв та систем. Застосування [PIR](#)-датчиків є досить широким і охоплює різні сфери: Системи безпеки. [PIR](#)-датчики використовуються для створення охоронних систем, які спрацьовують при виявленні несанкціонованого проникнення. Автоматизація освітлення. Датчики дозволяють автоматично вмикати та вимикати освітлення залежно від присутності людей, що сприяє економії енергії. Системи контролю доступу. [PIR](#)-датчики можуть використовуватися для відкривання дверей або шлагбаумів при виявленні авторизованих осіб. Робототехніка. Датчики руху використовуються для створення роботів, які можуть орієнтуватися в просторі та уникати перешкод. Ключові характеристики [PIR](#)-датчиків: Чутливість: здатність датчика виявляти навіть незначні зміни теплового випромінювання. Дальність дії: відстань, на якій датчик може виявити рух. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 43 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Кут огляду: розмір зони, яку датчик контролює. Час реакції: швидкість, з якою датчик реагує на зміну теплового потоку. Більшість сучасних [PIR](#)-датчиків дозволяють користувачеві налаштовувати такі параметри, як чутливість, час затримки реакції та кут огляду. Це дозволяє оптимізувати роботу датчика для конкретних умов застосування. Налаштування модуля [HC-SR501](#) є доволі простим та зводиться до врахування трьох основних параметрів. По-перше, необхідно встановити час затримки після спрацювання датчика. Упродовж цього періоду буде виконуватись певна подія, наприклад, вмикання освітлення або сигналізації. Час затримки можна регулювати в діапазоні від 5 до 300 секунд (у деяких джерелах вказується до 200 секунд, однак на практиці модулі часто підтримують до 300 секунд). По-друге, налаштовується чутливість датчика, тобто відстань, з якої він здатен виявити рух.

Цей параметр регулюється в межах від 3 до 7 метрів. Наприклад, для коридору шириною 2 метри оптимальним буде середній рівень чутливості. По-третє, необхідно визначити положення перемички режиму роботи (джампера). Згідно з технічною документацією, передбачено два режими: **L (Low)** і **H (High)**. У режимі **L**: коли датчик фіксує рух, він активує навантаження (наприклад, вмикає лампу), після чого не реагує на подальший рух доти, доки не завершиться встановлений час затримки. Після завершення затримки модуль переходить у режим блокування тривалістю приблизно 2,5 секунди, під час якого рух також ігнорується. По завершенні блокування датчик знову готовий до фіксації руху — щойно рух буде виявлено, сценарій активується повторно. У режимі **H**: після фіксації руху активується таймер затримки, як і в режимі **L**. Однак у цьому режимі, якщо протягом цього періоду виявляється новий рух, таймер скидається й запускається знову. Таким чином, поки поблизу датчика відбувається рух, навантаження залишається активним. Щойно рух припиняється й час затримки вичерпується, навантаження вимикається. Після цього датчик також входить у короткочасний режим блокування на 2,5 секунди, а потім знову переходить у стан очікування. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 44 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ На рисунку 2.7 показано розташування елементів регулювання та перемички режиму роботи. Рис. 2.7. Розташування елементів регулювання та перемички режиму роботи Усі регулювання, здійснюються за годинниковою стрілкою, призводять до збільшення чутливості або часу затримки. Відповідно, обертання проти годинникової стрілки — зменшує ці параметри. Додаткова важлива інформація під час встановлення: сам чутливий елемент розташований безпосередньо під білим куполом, який є лінзою Френеля. Ця лінза має складну багатогранну структуру, що забезпечує коректне заломлення та фокусування інфрачервоних променів на сенсор, підвищуючи ефективність виявлення руху. Рис. 2.8. Лінза Френеля Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 45 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.9. Проходження променів крізь лінзу Слід зазначити, що датчик може функціонувати й без лінзи (перевірено експериментально). Втім, у такому випадку його чутливість суттєво знижується. Сам сенсор має прямокутне подвійне вікно. Рис. 2.10. Приклад роботи сенсорів Датчик реагує на різницю сигналів, що надходять через два вікна сенсора. Чим більшою є ця різниця, тим вища чутливість пристрою. Саме тому вікна датчика слід орієнтувати паралельно до ймовірного напрямку руху об'єктів. Ще один важливий аспект: до перешкод, що можуть спричинити хибні спрацювання, належать сонячне світло та вітер. Тому при встановленні модуля рекомендується уникати прямого впливу сонячних променів, а також бокового потоку повітря, наскільки це можливо. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 46 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.11. Схема модуля Рис. 2.12. Схема підключення датчика руху **HC-SR501** 2.1.3. Опис **DHT11** У процесі розробки прототипу пристрою для контролю мікроклімату в серверних кімнатах перевагу було надано датчику **DHT11** завдяки його поєднанню доступності та ефективності. Цей датчик, який є популярним рішенням для вимірювання температури та вологості, використовує ємнісний принцип для визначення температури та гігрометр для вологості. Вбудований аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) забезпечує перетворення аналогових вимірювань у цифровий формат, що полегшує інтеграцію в загальну схему пристрою. Цифровий інтерфейс датчика базується на однопровідній шині з відкритим колектором, що передбачає обов'язкове використання підтягуючого резистора (10 кОм). Зовнішній вигляд **DHT11** ілюстровано на рисунку 2.13. Вибір саме цього датчика пояснюється його здатністю точно фіксувати ключові параметри мікроклімату, а також його економічністю, що робить його ідеальним вибором для створення системи моніторингу. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 47 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.13. **DHT11** датчик **DHT11** складається з двох основних елементів: терморезистора для вимірювання температури та ємнісного датчика для вимірювання вологості. Принцип роботи датчика заснований на зміні електричних характеристик цих елементів залежно від температури та вологості навколишнього середовища. Отримані дані перетворюються в цифровий сигнал, який передається на мікроконтролер. Основні характеристики **DHT11**: Діапазон вимірювань. Датчик здатний вимірювати температуру в діапазоні від 0 до 50 градусів Цельсія з точністю ± 2 градуси, а відносну вологість - від 20% до 80% з точністю $\pm 5\%$. Цифровий інтерфейс. Для взаємодії з мікроконтролерами **DHT11** використовує простий цифровий інтерфейс, що дозволяє легко інтегрувати його в різні електронні системи. Низьке енергоспоживання. Датчик має низький рівень споживання енергії, що робить його придатним для використання в автономних пристроях, що живляться від батарей. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 48 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА

ДОКУМЕНТУ Компактні розміри. Малі габарити дозволяють легко розміщувати датчик у різних пристроях та системах [14]. Рис. 2.10. Схема підключення датчика [DHT11 2.1.4](#). Дисплей [LCD 1602](#) Рідкокристалічні дисплеї [LCD 1602](#) є поширеним вибором для виведення текстової інформації у багатьох електронних проєктах завдяки своїй доступності та широкому спектру модифікацій [27]. Однак, їхнє застосування з мікроконтролерами типу [Arduino Uno](#) або [Nano](#) має певні обмеження. Класична схема підключення [LCD 1602](#) вимагає використання мінімум 6 цифрових виводів мікроконтролера, що може бути значним обмеженням для проєктів з обмеженою кількістю доступних портів. Це пов'язано з тим, що для керування кожним сегментом символів на дисплеї потрібен окремий сигнал керування. Для подолання цього обмеження часто використовують [LCD](#) модулі з інтерфейсом [I2C](#). Цей інтерфейс дозволяє підключити дисплей до мікроконтролера лише за допомогою двох проводів ([SCL](#) і [SDA](#)), суттєво зменшуючи кількість зайнятих портів. Це робить [LCD](#) дисплеї з інтерфейсом [I2C](#) більш універсальними та зручними у використанні з платформами [Arduino](#). Рис. 2.11. Дисплей [LCD 1602](#) Кожен з виводів рідкокристалічного дисплея відіграє критичну роль у його функціонуванні: [GND](#) (земля): слугує точкою відліку для електричних потенціалів у схемі. 5 В (живлення): забезпечує необхідну напругу для роботи електроніки дисплея. Контраст: дозволяє регулювати яскравість зображення шляхом зміни напруги на цьому виводі. [RS](#) ([Register Select](#)): визначає, чи буде наступна передана інформація інтерпретована як команда (наприклад, встановити курсор) чи як дані для відображення на екрані. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 49 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ [RW](#) ([Read/Write](#)): використовувався в старих моделях дисплеїв для читання даних з дисплея. В сучасних моделях зазвичай заземлений. [Enable](#) ([E](#)): Сигнал, який інформує дисплей про те, що дані на лініях даних готові для прийому. [DB0-DB7](#) ([Data Bits](#)): група з 8 ліній, за якими передаються біти даних, що визначають, які сегменти рідких кристалів мають бути увімкнені для формування зображення. [A](#) (анод) та [K](#) (катод): виводи для підключення зовнішнього джерела живлення для підсвічування дисплея. Рис. 2.12. Виводи [LCD 1602](#) Рідкокристалічний дисплей ([LCD](#)) має наступні технічні характеристики: Тип відображення: символів, з можливістю завантаження користувацьких символів. Підсвічування: світлодіодне, що забезпечує яскраве та рівномірне підсвічування символів. Контролер: [HD44780](#), що відповідає за керування роботою дисплея. Живлення: 5 вольт постійного струму. Розмір дисплея: 16 символів по ширині та 2 рядки по висоті. Робоча температура: від -20°C до +70°C. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 50 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Температура зберігання: від -30°C до +80°C. Кут огляду: 180 градусів, що забезпечує гарну видимість з різних кутів. Стандартна схема приєднання монітора безпосередньо до мікроконтролера Ардуіно без [I2C](#) зображена на рисунку 2.13. Рис. 2.13. Схема підключення дисплея до [Arduino](#) без [I2C](#) [I2C](#) ([Inter-Integrated Circuit](#)) – це популярний послідовний інтерфейс, який використовується для зв'язку між різними електронними компонентами в системах. Однією з головних переваг [I2C](#) є його простота: для підключення багатьох пристроїв достатньо лише двох ліній – лінії даних ([SDA](#)) та лінії тактування ([SCL](#)). Це дозволяє суттєво економити порти мікроконтролера, що особливо важливо для платформ з обмеженими ресурсами, таких як [Arduino](#). Крім того, [I2C](#) підтримує підключення великої кількості пристроїв до однієї шини, що робить його зручним для створення складних електронних систем. Ще одним важливим плюсом є широка підтримка [I2C](#) сучасними мікроконтролерами. Більшість платформ, включаючи [Arduino](#), мають вбудовані модулі для роботи з [I2C](#), що значно спрощує процес розробки. Однак, як і будь-яка технологія, [I2C](#) має свої обмеження. Одним з них є ємнісне обмеження шини. Наявність занадто великої кількості пристроїв або довгих проводів може призвести до спотворення сигналів і, як наслідок, до нестабільної роботи системи. Крім того, програмування мікроконтролера для роботи з великою кількістю різних пристроїв, підключених до [I2C](#), може бути досить складним завданням. Особливо це стосується ситуацій, коли виникають збої в роботі шини, оскільки їх локалізація може зайняти багато часу. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 51 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Підсумовуючи, [I2C](#) є потужним інструментом для розробки електронних пристроїв, але його використання вимагає розуміння його особливостей та обмежень. Перед вибором [I2C](#) для конкретного проєкту необхідно ретельно оцінити такі фактори як кількість підключених пристроїв, довжина шини та складність програмного забезпечення. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 52 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.14. Модуль [I2C](#) для [LCD 1602](#) Для швидкого та зручного підключення рідкокристалічного дисплея до плати [Arduino](#) рекомендується використовувати готові модулі, які мають вбудовану підтримку протоколу [I2C](#). Це значно спрощує процес

підключення, оскільки вимагає лише під'єднання двох проводів ([SDA](#) та [SCL](#)) до відповідних [pin](#)ів на [Arduino](#). Для забезпечення підсвічування дисплея може знадобитися додаткове джерело живлення. Контрастність зображення можна легко налаштувати за допомогою вбудованого потенціометра. Схема підключення такого модуля до [Arduino](#) детально проілюстрована на рисунку 2.15. Рис. 2.15. Підключення [LCD](#) екрану до [Arduino](#) по [I2C](#) Рідкокристалічний дисплей з інтерфейсом [I2C](#) підключається до плати за допомогою чотирьох проводів: два для передачі даних ([SDA](#) та [SCL](#)) і два для живлення ([GND](#) та [VCC](#)). Конкретніше, вивід [GND](#) дисплея з'єднується з загальним проводом ([GND](#)) на платі, вивід [VCC](#) підключається до 5-вольтового живлення, а лінії даних [SDA](#) та [SCL](#) підключаються до відповідних аналогових портів [A4](#) та [A5](#) на платі.

2.1.5. Реле для комутації

Реле: це електромеханічний або електронний пристрій, який дозволяє керувати потужними електричними ланцюгами за допомогою низьковольтних сигналів. Простіше кажучи, реле – це своєрідний перемикач, який може вмикати і вимикати сильні струми, що протікають через навантаження, наприклад, двигуни, лампи розжарювання чи насоси. Мікроконтролери, такі як [Arduino](#), здатні обробляти інформацію та приймати рішення, але вони не спроектовані для безпосереднього керування потужними навантаженнями. Підключення таких навантажень безпосередньо до виходів мікроконтролера може призвести до його пошкодження. Реле ж дозволяє ізолювати мікроконтролер від потужного навантаження, забезпечуючи надійну та безпечну роботу системи. Основний принцип роботи електромагнітного реле полягає в наступному: коли через котушку реле протікає електричний струм, створюється магнітне поле, яке притягує рухомий контакт (якорь). В результаті цього контакту замикається або розмикається електричний ланцюг навантаження. Основні характеристики реле: Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 53 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Напруга і струм спрацювання: мінімальні значення напруги або струму, необхідні для спрацювання реле. Напруга і струм відпускання: значення напруги або струму, при яких реле повертається в початковий стан. Час спрацювання і відпускання: швидкість, з якою реле реагує на зміну вхідного сигналу. Робочі струм і напруга: максимально допустимі значення струму і напруги в контактній групі реле. Внутрішній опір: опір котушки реле. Існують два основних типи реле: Електромагнітні реле: класичні реле, в яких рухомий контакт приводиться в дію електромагнітом. Твердотільні реле: сучасні реле, в яких замість механічних контактів використовуються напівпровідникові елементи. Вони мають більш тривалий термін служби та менші розміри. Електромагнітне реле Електромагнітне реле: це електромеханічний пристрій перемикачання, дія якого ґрунтується на принципі електромагнетизму. Принцип роботи реле полягає в тому, що при проходженні електричного струму через котушку, створюється магнітне поле, яке притягує до себе феромагнітний якор. Рух якоря призводить до механічного перемикачання контактів, що дозволяє керувати електричним ланцюгом навантаження. Рис. 2.16. Електромагнітне реле Електромагнітне реле: це електромеханічний пристрій, що використовується для дистанційного керування електричними ланцюгами. Принцип його роботи базується на взаємодії електромагнітного поля та механічних сил. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 54 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ При подачі керуючого сигналу на котушку реле, створюється магнітне поле, яке притягує до себе феромагнітний якор, переміщуючи його. Рух якоря призводить до механічного замикання або розмикання електричних контактів, таким чином змінюючи стан керованого ланцюга. У відсутності керуючого сигналу, якор повертається у вихідне положення під дією пружини або сили тяжіння. Електромагнітні реле широко застосовуються в автоматичних системах керування, електроприводах, релейному захисті та інших галузях електротехніки. Вони дозволяють: Регулювати напругу та струм в електричних ланцюгах. Виконувати функції накопичувачів та перетворювачів електричної енергії. Фіксувати відхилення параметрів від заданих значень. Електромагнітні реле класифікують за різними ознаками: За родом струму: на реле постійного та змінного струму. За конструкцією: на якорні та герконові реле. За швидкістю дії: розрізняють реле з різною швидкістю спрацювання. За ступенем захисту: реле можуть бути герметичними, закритими та відкритими. Твердотільні реле Твердотільне реле (ТТР) – це електронний комутаційний пристрій, створений на основі напівпровідникових компонентів, таких як транзистори, симістори або тиристори. На відміну від електромагнітних реле, ТТР не має рухомих механічних частин, що забезпечує високу надійність та довговічність. Конструктивно ТТР часто виконуються за гібридною технологією [20], що передбачає комбінування різних електронних компонентів на єдиній підкладці. Така конструкція дозволяє створювати компактні та функціонально насичені

пристрої. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 55 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.17. Твердотільне реле Твердотільні реле: це електронні пристрої комутації, що базуються на напівпровідникових компонентах, зокрема транзисторах, симісторах та тиристорах. На відміну від електромеханічних реле, твердотільні реле не мають рухомих частин, що забезпечує високу надійність, довговічність та безшумність роботи. Переваги твердотільних реле: Довгий термін служби: відсутність механічних контактів мінімізує знос і підвищує надійність. Висока швидкість спрацювання: швидке перемикання без затримок. Компактні розміри: можливість розміщення на друкованих платах. Відсутність акустичних перешкод: тиха робота без виникнення іскор та дуг. Низьке енергоспоживання: ефективне використання енергії. Висока ізоляція: забезпечує безпеку роботи. Стійкість до вібрацій та ударів: збереження працездатності в складних умовах. Можливість використання у вибухонебезпечних середовищах: відсутність іскроутворення. Твердотільне реле працює на основі оптичної ізоляції та керування силовими ключами. Керуючий сигнал подається на світлодіод, світловий потік якого через оптичну систему потрапляє на фотодіод. Сигнал з фотодіода керує силовим ключем (транзистором, симістором або тиристором), який і комутує навантаження. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 56 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Недоліки: Нагрівання: при великих струмах і напругах можливе значне нагрівання пристрою, що обмежує його робочі характеристики. Вартість: зазвичай твердотільні реле дорожчі за електромагнітні. Твердотільні реле класифікують за такими ознаками: Тип навантаження: однофазні та трифазні. Спосіб управління: постійним або змінним струмом, ручне або автоматичне. Метод комутації: контроль переходу через нуль, довільне включення, фазове управління. Твердотільні реле широко застосовуються в автоматичній, електронічній, побутовій техніці та промисловості. Одним з популярних прикладів є модулі типу [SONGLE SRD-05VDC](#), які використовуються для керування навантаженнями в схемах на основі мікроконтролерів, таких як [Arduino](#). Рис. 2.18. Схема реалізації реле Між A1 і A2 знаходиться металевий сердечник. При ввімкненні електричного струму, до нього притягнеться якір (2). 1, 3 - нерухомі контакти. За відсутності струму якір є близько контакту 3. Схема підключення реле до Ардуїно зображена на рисунку 2.19 Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 57 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.19. Схема підключення реле до [Arduino](#) Реле - це електромеханічний пристрій, який дозволяє керувати електричними ланцюгами за допомогою невеликого керуючого сигналу. Для підключення реле до мікроконтролера [Arduino](#), як правило, використовують три основні контакти: загальний ([COM](#)), нормально відкритий ([NO](#)) та нормально замкнутий ([NC](#)). Процес підключення: Заземлення: контакт [GND](#) реле з'єднується з аналогічним контактом на платі [Arduino](#). Живлення: контакт [VCC](#) реле підключається до джерела живлення 5В на [Arduino](#). Керування: контакт [In](#) реле під'єднується до цифрового виходу [Arduino](#), який буде подавати керуючий сигнал. Більшість реле працюють за принципом інверсії: коли на вхід [In](#) подається високий логічний рівень (логічна одиниця), котушка реле знеструмлюється, а коли подається низький рівень (логічний нуль), котушка вмикається. Це означає, що для керування реле ми фактично змінюємо логічний стан на його вході. Для більш плавного та надійного керування котушкою реле часто використовують транзистор. Коли на базу транзистора подається низький логічний рівень, він відкривається, дозволяючи протікати струму через котушку реле. Таким чином, реле включається. Для вимкнення реле на базу транзистора подається високий логічний рівень, що призводить до закриття транзистора і знеструмлення котушки. Для візуального контролю за роботою реле часто використовують світлодіоди. Червоний світлодіод може сигналізувати про подачу живлення на реле, а зелений - про замикання контактів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 58 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Для керування станом реле в програмі для [Arduino](#) використовується функція [digitalWrite\(\)](#). Встановивши логічний нуль на відповідному піні, ми вмикаємо реле, а встановивши логічну одиницю - вимикаємо. Спрощена схема роботи: При подачі живлення на [Arduino](#) транзистор, який керує реле, знаходиться у закритому стані. Коли ми хочемо включити реле, ми виконуємо команду [digitalWrite\(\)](#), яка встановлює низький логічний рівень на піні, підключеному до бази транзистора. Транзистор відкривається, струм протікає через котушку реле, і контакти реле змінюють свій стан відповідно до їх призначення (нормально відкриті замикаються, нормально замкнуті розмикаються). Для вимкнення реле ми виконуємо команду [digitalWrite\(\)](#), яка встановлює високий логічний рівень на піні, закриваючи транзистор і знеструмлюючи котушку реле. Підключення і керування реле за допомогою [Arduino](#) є відносно простим процесом, який вимагає розуміння основних принципів роботи

цифрових виходів мікроконтролера та роботи самого реле. Використання транзистора для керування котушкою реле забезпечує надійну ізоляцію між мікроконтролером і потужним навантаженням, яке може підключатися до контактів реле. 2.1.6. [RFID](#)-зчитувач [RC-522](#) Радіочастотна ідентифікація ([RFID](#)) — це технологія, що широко застосовується в багатьох сферах для автоматичного розпізнавання об'єктів. Її можливості охоплюють відстеження персоналу, контроль доступу, оптимізацію ланцюгів поставок, управління бібліотечним фондом, реалізацію бонусних програм та інші прикладні завдання [23]. Візуальне представлення пристрою наведено на рисунку 2.20. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 59 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.20.Зчитувач карток [RFID RC522](#) Система [RFID](#) фундаментально складається з двох ключових компонентів: транспондера (або мітки), що прикріплюється до об'єкта, та пристрою для зчитування карток (приймача). Їхня взаємодія показана на рисунку 2.21. Прикладом такого зчитувача є [RFID RC522](#). Рис. 2.21. Компоненти системи [RFID](#) Зчитувач [RFID](#)-карток складається з радіочастотного модуля, блоку управління та антени, що генерує височастотне електромагнітне поле. На відміну від зчитувача, [RFID](#)-мітка зазвичай є пасивним елементом, що містить лише антену та мікросхему. Коли мітка (наприклад, карта або брелок) потрапляє в зону дії електромагнітного поля зчитувача, в її антені виникає індукційна напруга. Ця напруга слугує джерелом живлення для мікросхеми мітки, як це проілюстровано на рисунку 2.22. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 60 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.22. Прийомопередатчик та транспондер Модуль [RFID RC522](#), побудований на мікросхемі [NXP MFRC522](#), призначений для радіочастотної ідентифікації. У комплект зазвичай входять 1 КБ [RFID](#)-картка та брелок. Рис. 2.23. Опис пінів плати [RFID RC522](#) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 61 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.24. Принципова схема модуля Пристрій генерує електромагнітне поле на частоті 13,56 МГц для зв'язку з [RFID](#)-мітками стандарту [ISO 14443A](#). Для інтеграції з мікроконтролерами модуль оснащений 4-контактним інтерфейсом [SPI](#), а також може використовувати [I2C](#) та [UART](#). Окремий контакт [IRQ](#) дозволяє оптимізувати роботу, активуючи опитування лише при виявленні мітки [24]. Роз'єми та живлення: [VCC](#): Вхід живлення (2.5-3.3 В). [RST](#): Управління скиданням і живленням (низький рівень вимикає модуль). [GND](#): Заземлення. [IRQ](#): Вивід для переривань. [MISO](#) / [SCL](#) / [Tx](#): Багатофункціональний вивід для [SPI](#), [I2S](#), [UART](#). [MOSI](#): Вхід даних [SPI](#). [SCK](#): Вхід тактових імпульсів. [SDA](#) / [SS](#) / [Rx](#): Багатофункціональний вивід для [SPI](#), [I2S](#), [UART](#). Незважаючи на робочу напругу 2,5-3,3 В, логічні виводи модуля є 5-вольт-сумісними. Це забезпечує пряме підключення до платформи [Arduino](#) та інших 5 В мікроконтролерів без потреби в додаткових перетворювачах логічного рівня. Схема підключення [RFID RC522](#) до Ардуіно зображена на рисунку 2.25. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 62 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.25. Схема підключення [RFID RC522](#) до [Arduino](#) 2.1.7. [Ethernet Shield W5100](#) Мережевий шилд [Ethernet Shield W5100](#) розширює функціональні можливості контролерів [Arduino MEGA](#), перетворюючи їх на повноцінні мережеві пристрої. Це дозволяє використовувати [Arduino](#) як простий веб-сервер або здійснювати віддалене читання/запис його цифрових та аналогових входів/виходів через Інтернет. Шилд підтримується офіційною бібліотекою [Ethernet Arduino](#), що спрощує його інтеграцію. Візуальне представлення пристрою наведено на рисунку 2.26. Рис. 2.26. [Ethernet Shield W5100](#) Окрім мережевих функцій, плата підтримує читання та запис даних на міні-[SD](#)-карти ([TF](#)-карти), для яких передбачено відповідний роз'єм. Дизайн шилда є масштабованим: його можна не лише безпосередньо підключати до плати [Arduino](#), а й встановлювати поверх нього інші шилди, створюючи багатошарові конфігурації. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 63 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.27. Опис пінів [Ethernet Shield W5100](#) Варто зазначити, що на платі встановлені резистори 51 Ом, що відповідає вимогам даташиту мікросхеми [W5100](#). Однак це призводить до значного тепловиділення, тому для стабільної роботи може знадобитися додатковий радіатор. Шилд надійно функціонує в мережах 10/100 Мбіт [Ethernet](#), проте його сумісність з деякими 1000 Мбіт роутерами не гарантується. Комунікація з шилдом, включно з взаємодією з мікросхемою [W5100](#) та [microSD](#)-картою, відбувається через шину [SPI](#). Це залучає виводи 11, 12, 13 для плат на [Atmega8/168/328](#) або 50, 51, 52 для плат серії [Mega](#) (на [Atmega1280/2560](#)), які, відповідно, не можуть бути використані в програмах користувача (скетчах). Для коректної роботи модуля [SPI](#) на платах серії [Mega](#) ([Atmega1280/2560](#)) необхідно додатково налаштувати пін 53 в режим виходу. Щоб забезпечити сумісність з усіма варіантами плат, з'єднання з шиною [SPI](#) реалізовано виключно через роз'єм [ICSP \(ISP\)](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 64 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ

НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Взаємодія з мікросхемою [W5100](#) та картою [microSD](#) можлива лише по черзі, оскільки вони використовують спільну шину [SPI](#). Вибір [W5100](#) здійснюється активацією піна 10, а [microSD](#) — активацією піна 4. Оскільки доступ до кнопки скидання на платі [Arduino](#) стає неможливим при встановленому шилді, на платі [Ethernet Shield](#) передбачена дублююча кнопка [Reset](#) для зручності використання. Для візуальної індикації роботи на платі розміщено вісім світлодіодів: [PWR](#): світиться, коли шилд отримує живлення (3.3 В). [LINK](#): дублює жовтий світлодіод на роз'ємі [RJ45](#), вказуючи на наявність мережевого з'єднання. Блімає під час прийому або передачі даних. [100M](#): дублює зелений світлодіод на роз'ємі [RJ45](#), сигналізуючи про встановлення 100 Мбіт/с з'єднання. [FULLD](#): вказує на активацію повнодуплексного (двонаправленого) з'єднання. [COLL](#): блимає при виявленні колізій у мережі. [RX](#): блимає під час прийому даних шилдом. [TX](#): блимає під час передачі даних шилдом. [L](#): дублює світлодіод

Цитування: 0,01%

id: 13

"L"

на платі [Arduino](#), в даному випадку індикуючи вибір чіпа [W5100](#). Схема підключення [Ethernet Shield W5100](#) до Ардуіно зображена на рисунку 2.28. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 65 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.28. Схема підключення [RFID RC522](#) до [Arduino 2.2](#). Огляд середовищ розробки для програмування мікроконтролерів 2.2.1. Огляд [Arduino IDE Arduino IDE](#) - це інтегроване середовище розробки, призначене для створення програмного забезпечення для платформи [Arduino](#). Воно надає зручний інтерфейс для написання коду, його компіляції та завантаження в мікроконтролер. Середовище підтримує широкий спектр платформ і містить бібліотеки функцій для роботи з різноманітними датчиками та виконавчими пристроями. Особливості [Arduino IDE](#): Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 66 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Середовище розробки [Arduino IDE](#) має лаконічний дизайн, що дозволяє швидко освоїти його навіть новачкам в програмуванні. [Arduino IDE](#) використовує спрощену версію мови [C++](#), що робить процес написання коду більш доступним для широкого кола користувачів. [Arduino IDE](#) включає в себе велику кількість стандартних бібліотек, які спрощують роботу з різноманітними сенсорами, актуаторами та іншими периферійними пристроями. [Arduino IDE](#) підтримує широкий спектр платформи [Arduino](#), що дозволяє використовувати єдине середовище розробки для різних проектів. Цей інструмент дозволяє відстежувати дані, що передаються між комп'ютером і платою [Arduino](#), що значно спрощує процес налагодження програм. [Arduino IDE](#) є проектом з відкритим кодом, що дозволяє користувачам вносити зміни до його функціональності та розширювати його можливості. Рис. 2.29. Інтерфейс [Arduino IDE](#) Скетчі, написані в середовищі розробки [Arduino IDE](#), зберігаються у файлах з розширенням [.ino](#). Редактор коду в [IDE](#) забезпечує стандартний набір функцій для роботи з текстом: копіювання, вставка, пошук і заміна. Інформація про хід виконання програми та можливі помилки відображається в області повідомлень. Вибір моделі плати [Arduino](#) та послідовного порту здійснюється в нижній частині вікна програми. Панель інструментів надає швидкий доступ до основних функцій середовища розробки. На панелі інструментів знаходиться 6 кнопок (рис. 2.30): Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 67 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.30. Панель інструментів Основні функції [Arduino IDE](#) - Перевірити. Дана опція дозволяє перевірити синтаксис написаного коду. У разі виявлення помилок вони відображаються в області повідомлень. - Завантажити. Використовується для компіляції програми та її завантаження у мікроконтролер [Arduino](#). - Створити. Дозволяє створити новий файл для написання скетчу. - Відкрити. Призначена для відкриття існуючого файлу зі скетчем. - Зберегти. Дозволяє зберегти поточний скетч у файл. - Монітор послідовного порту. Використовується для відкриття програми [Serial Monitor](#), яка відображає дані, що надходять від [Arduino](#) на комп'ютер через послідовний інтерфейс. Монітор підтримує роботу як із [USB](#)-варіантами плати, так і зі звичайними версіями [Arduino](#). Для передачі даних на зовнішній пристрій у вікні монітора вводиться текст, після чого натискається кнопка

Цитування: 0,01%

id: 14

"Відправити"

або клавіша [Enter](#). Швидкість передачі даних потрібно налаштувати відповідно до параметрів, вказаних у функції [Serial.begin\(\)](#) у вашому коді. Функція [Serial.print\(\)](#) дозволяє виводити текст у вікно монітора. Бібліотеки значно розширюють функціональність

програм, надаючи додаткові можливості, такі як робота з апаратними засобами або обробка даних. Для додавання бібліотеки слід перейти до меню [Sketch](#), вибрати опцію [Include Library](#) і обрати необхідну бібліотеку. Після цього в програму додається оператор [#include](#), а бібліотека компілюється разом зі скетчем. Важливо зазначити, що кожна підключена бібліотека використовує частину пам'яті мікроконтролера. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 68 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Більшість бібліотек уже попередньо встановлені разом із програмним забезпеченням [Arduino](#), однак додаткові бібліотеки можна завантажити з зовнішніх джерел. Для завантаження скетчу необхідно вибрати відповідну плату та порт (див. рис.2.31), які використовуються для вашої операційної системи. Це здійснюється через меню [Tools](#), де у розділі [Board](#) вибирається модель плати, а в розділі портів — відповідний [COM](#)-порт (наприклад, [COM1](#), [COM2](#), [COM4](#), [COM5](#), [COM7](#) тощо) або [USB](#)-з'єднання. Рис. 2.31. Зображення вибору плати Для завантаження програми в плату [Arduino](#) необхідно встановити з'єднання між комп'ютером і платою за допомогою [USB](#)-кабелю. В середовищі розробки [Arduino IDE](#) слід вибрати відповідну модель плати та послідовний порт, до якого підключено [Arduino](#). Ця інформація необхідна для того, щоб комп'ютер міг правильно спілкуватися з платою. Після вибору потрібних параметрів можна приступати безпосередньо до процесу прошивки. Для цього необхідно скомпільовати написаний код. Компілятор перетворить ваш код, написаний на спрощеній версії [C++](#), в машинний код, який розуміє мікроконтролер [Arduino](#). Скомпільований код передається в буфер завантажувача - спеціальної програми, яка зашита в пам'ять мікроконтролера. Завантажувач, у свою чергу, переписує отриманий код в основну пам'ять мікроконтролера і запускає його на виконання. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 69 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Процес прошивки супроводжується скиданням мікроконтролера та миганням світлодіодів, що індикують активність передачі даних. Для забезпечення зручності користувача середовище розробки [Arduino IDE](#) надає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та автоматизує більшість рутинних операцій. Функції [setup\(\)](#) та [loop\(\)](#) є основою будь-якого скетчу для [Arduino](#). [setup\(\)](#) виконується один раз на початку програми і використовується для ініціалізації портів введення-виведення, встановлення початкових значень змінних та підключення бібліотек. [loop\(\)](#) виконується циклічно і містить основний алгоритм програми. Все, що має повторюватися, розміщується саме тут. Основні функції для роботи з портами введення-виведення: Цифрові порти: [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), [digitalRead\(\)](#). Ці функції дозволяють керувати цифровими виходами (наприклад, світлодіодами) та зчитувати значення з цифрових входів (наприклад, кнопок). Аналогові порти: [analogWrite\(\)](#), [analogRead\(\)](#), [analogReference\(\)](#). Ці функції використовуються для роботи з аналоговими сигналами, такими як напруга. Спеціальні функції: [tone\(\)](#), [noTone\(\)](#) для генерації звукових сигналів, [millis\(\)](#) для вимірювання часу. [Arduino IDE](#) широко використовується для розробки різноманітних електронних проектів, включаючи системи автоматизації будинку, робототехніку, інтернет речей та багато інших. Завдяки своїй простоті та універсальності, [Arduino IDE](#) стала популярним інструментом як для професійних розробників, так і для любителів електроніки. [Arduino IDE](#) є потужним і зручним інструментом для розробки програмного забезпечення для платформи [Arduino](#). Завдяки своїм можливостям та доступності, [Arduino IDE](#) стала стандартом де-факто для багатьох розробників, які працюють з мікроконтролерами. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 70 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 2.2.2. Огляд [Visual Studio](#) [Microsoft Visual Studio](#) - це комплексна платформа для розробки програмного забезпечення, що пропонує широкий спектр інструментів і функцій для створення різноманітних додатків. Цей продукт від компанії [Microsoft](#) є одним з найпопулярніших середовищ розробки у світі, що обумовлено його потужністю, універсальністю та постійним розвитком. [Visual Studio](#) дозволяє розробникам створювати як консольні програми, так і програми з графічним інтерфейсом користувача. Підтримуються різноманітні технології, включаючи [Windows Forms](#), [ASP.NET](#) для веб-розробки, а також мобільні платформи. Це робить [Visual Studio](#) універсальним інструментом для розробки програмного забезпечення під різні операційні системи та пристрої [17]. Однією з ключових особливостей [Visual Studio](#) є наявність інтегрованого середовища розробки ([IDE](#)), яке об'єднує в собі редактор коду, компілятор, налагоджувач та інші необхідні інструменти. Редактор коду забезпечує інтелектуальне автодоповнення коду, підсвічування синтаксису та інші функції, що полегшують процес написання коду. Вбудований налагоджувач дозволяє ефективно виявляти та усувати помилки в програмах. Крім того, [Visual Studio](#) включає в себе набір візуальних інструментів для створення графічних інтерфейсів, дизайну баз даних та веб-сайтів. Це дозволяє розробникам

зосередитися на логіці програми, делегуючи рутинні завдання автоматизованим інструментам (рис. 2.32). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 71 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.32. [Visual Studio](#) є одним з найпопулярніших інтегрованих середовищ розробки (IDE), що надають розробникам потужні інструменти для створення різноманітних програмних продуктів. Ця платформа підтримує широкий спектр мов програмування, включаючи [C++](#), [C#](#), [F#](#) та [Visual Basic](#), що дозволяє розробникам обирати найбільш підходящий інструмент для вирішення конкретних завдань. За допомогою [Visual Studio](#) можна розробляти як традиційні десктопні додатки для операційної системи [Windows](#), так і сучасні веб-додатки, мобільні програми та хмарні сервіси. Платформа пропонує широкий набір інструментів для створення користувацьких інтерфейсів, роботи з базами даних, а також для відлагодження та тестування програмного коду. Однією з ключових переваг [Visual Studio](#) є підтримка різноманітних технологій і платформ. Це дозволяє розробникам створювати кросплатформні додатки, які можуть працювати на різних операційних системах і пристроях. Крім того, [Visual Studio](#) тісно інтегрується з іншими продуктами [Microsoft](#), такими як [Azure](#), що полегшує розробку хмарних додатків [18]. Висновки до розділу Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 72 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ У другому розділі було проведено детальний аналіз основних компонентів та інструментів, необхідних для реалізації системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). Було встановлено, що [Arduino Mega2560](#) є оптимальним вибором для створення прототипів завдяки своїй доступності, простоті використання та широкій підтримці спільноти розробників. Датчики, такі як [PIR](#)-датчик, [DHT11](#) та інші забезпечують збір необхідної інформації про навколишнє середовище, що є основою для прийняття рішень системою автоматизації. Для розробки програмного забезпечення для [Arduino](#) було розглянуто кілька інструментів: [Arduino IDE](#) спеціалізоване середовище розробки, оптимізоване для роботи з платформою [Arduino](#). Воно надає інтуїтивний інтерфейс та широкий набір бібліотек. [Visual Studio](#) універсальне середовище розробки, яке підтримує широкий спектр мов програмування та платформ. Воно може використовуватися для створення більш складних програмних додатків, які взаємодіють з системою

” Цитування: 0,01%

id: 15

"розумний дім".

Вибір конкретного інструмента залежить від складності проекту, досвіду розробника та вимог до кінцевого продукту. Комбінація цих інструментів дозволяє створювати ефективні та надійні системи автоматизації. РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 73 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ Літ. Акрушів 36 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . 3.1. Розробка структури пристрою Структура пристрою являє собою сукупність елементарних ланок об'єкта та зв'язків між ними. Під елементарною ланкою розуміють частину об'єкта, системи керування тощо, яка реалізує елементарну функцію. Структурна схема призначена для наочного відображення основних функціональних вузлів пристрою, їхнього призначення та ролі в загальному процесі. Загальна структурна схема включатиме такі функціональні блоки: Блок живлення — пристрій, що здійснює перетворення напруги загальної електромережі до рівня, необхідного для функціонування системи. Датчик температури — пристрій, призначений для моніторингу температурних змін у середовищі та генерування сигналу в разі досягнення критичних значень. Інфрачервоний датчик руху — електронний сенсор, що вимірює інтенсивність інфрачервоного випромінювання, яке генерується об'єктами в його полі зору. Зчитувач електронного ключа — пристрій, що здійснює зчитування ідентифікаційних параметрів для подальшої авторизації або відмови в доступі до приміщення. ІЧ-передавач — пристрій, що забезпечує дистанційну передачу керуючих сигналів у поєднанні з інфрачервоним приймачем. Модуль з двома реле — електромеханічний пристрій, що комутує електричне коло навантаження механічним шляхом за допомогою електромагнітного приводу. Мікроконтролер — програмований пристрій, призначений для керування електронними компонентами системи. Мережевий модуль — контролер [Ethernet](#) з функцією автоматичної конфігурації. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 74 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ РК-дисплей ([LCD](#)) — один із типів плоскопанельних дисплеїв, що використовує рідкі кристали для візуалізації інформації. [SD](#)-карта — енергонезалежний пристрій зберігання даних на основі

флеш-пам'яті. Веб-застосунок ([Web-application](#)) — програмний інтерфейс, доступний через веб-браузер, для відображення даних, отриманих від сенсорів. Мобільний застосунок ([Mobile-application](#)) — програмний додаток, призначений для мобільних пристроїв, що забезпечує візуалізацію даних, отриманих від сенсорів.

3.2. Аналіз функціональних вимог

Діаграма варіантів використання являє собою графічне представлення взаємодії користувача з системою, що відображає зв'язок між користувачем та різними сценаріями використання, в яких він бере участь. Діаграма варіантів використання дозволяє ідентифікувати різні типи користувачів системи та відповідні варіанти використання, і часто доповнюється іншими типами діаграм для більш детального опису. Основні компоненти діаграми варіантів використання включають: Актори: користувачі, що взаємодіють із системою. Актор може бути фізичною особою, організацією або зовнішньою системою, яка обмінюється даними з досліджуваним застосунком або системою. Вони є зовнішніми сутностями, що генерують або споживають інформацію. Прецедент (Варіант використання): конкретна послідовність дій та взаємодій між акторами та системою, спрямована на досягнення певної мети. Прецедент також може розглядатися як сценарій використання. Цілі: кінцевий результат, якого прагне досягти користувач у більшості випадків використання. Ефективна діаграма варіантів використання повинна чітко описувати дії та альтернативні шляхи досягнення поставленої мети. Для відображення взаємозв'язків між акторами та прецедентами в мові [UML](#) передбачено декілька стандартних типів відношень: Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 75 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ

НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Відношення асоціації ([association relationship](#)): використовується для позначення специфічної ролі актора під час його взаємодії з окремим варіантом використання. Відношення включення ([include relationship](#)): відображає залежність між двома варіантами використання, де поведінка одного варіанта (включеного) є невід'ємною частиною послідовності дій іншого (базового) варіанта використання. Відношення розширення ([extend relationship](#)): визначає зв'язок між базовим варіантом використання та іншим варіантом, функціональна поведінка якого активується базовим лише за умови виконання певних додаткових критеріїв. Відношення узагальнення ([generalization relationship](#)): застосовується для відображення ієрархічної залежності між варіантами використання, вказуючи на те, що дочірні варіанти успадковують усі характеристики поведінки батьківських варіантів [6]. При побудові діаграми варіантів використання ставилася мета продемонструвати основні дії, які зможе виконувати користувач та сама система моніторингу. Загальна діаграма варіантів використання з боку користувача представлена на рисунку 3.1. Рис. 3.1. Загальна діаграма варіантів використання з боку користувача

Конкретизація варіантів використання: 1) Увімкнення/вимкнення системи моніторингу: Основна дійова особа (актор): адміністратор. Інші учасники прецеденту: відсутні. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 76 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ

НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: даний варіант використання забезпечує адміністратору можливість ініціації або припинення функціонування системи моніторингу.

2) Спостереження за функціонуванням системи: Основна дійова особа (актор): адміністратор. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: цей варіант використання надає адміністратору можливість здійснювати моніторинг процесів, що відбуваються в межах системи моніторингу. На рисунку 3.2. зображено функції, які виконуються всередині системи автоматично, без безпосередньої участі користувача. Рис. 3.2. [Use-case](#) діаграма (процеси всередині системи)


Конкретизація варіантів використання: 1) Демонстрація основних даних системи: Основна дійова особа (актор): система моніторингу. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: даний варіант використання забезпечує автоматизованій інформаційній системі (AIC) можливість відображення ключових параметрів, зібраних системою моніторингу.

2) Регулювання температури: Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 77 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ

НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Основна дійова особа (актор): система моніторингу. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: цей варіант використання дозволяє AIC автоматично регулювати роботу системи кондиціонування повітря при виявленні відхилення температури від заданого діапазону (перевищенні або зниженні відносно середнього значення).

3) Керування освітленням (увімкнення/вимкнення): Основна дійова особа (актор): система моніторингу. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: даний варіант використання забезпечує AIC функцію автоматичного

ввімкнення освітлення при фіксації присутності персоналу в серверному приміщенні та його вимкнення після того, як приміщення буде залишено. 4) Оповіщення відповідальних осіб: Основна дійова особа (актор): система моніторингу. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: цей варіант використання надає АІС можливість автоматичного інформування відповідальних осіб у наступних випадках: Вихід значення температури в серверному приміщенні за критичні межі, визначені в пункті 3 технічного завдання. Несанкціоноване проникнення сторонніх осіб до приміщення. 5) Реєстрація осіб, що входять: Основна дійова особа (актор): система моніторингу. Інші учасники прецеденту: відсутні. Зв'язки з іншими варіантами використання: відсутні. Короткий опис: даний варіант використання забезпечує АІС функцію реєстрації всіх осіб, що входять до серверного приміщення. 3.3. Розробка програмно-апаратного комплексу Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 78 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Основні вимоги до розроблюваної інформаційної системи викладено в технічному завданні. 3.3.1. Проектування програмно-апаратного комплексу Для наочного представлення динаміки функціонування програмно-апаратного комплексу було розроблено модель станів. Ця модель відображає переходи об'єкта з одного стану в інший та слугує для моделювання динамічних аспектів системи. Модель станів представлена на рисунку 3.3. Рис. 3.3. Модель станів програмно-апаратного комплексу Модель компонентів дозволяє визначити архітектуру системи, що розробляється, встановивши залежності між програмними компонентами, в ролі яких може виступати вихідний, бінарний і виконуваний код. Багато середовищах розробки модуль або компонент відповідає файлу. Пунктирні стрілки, що з'єднують модулі, показують відносини взаємозалежності, аналогічні до тих, що мають місце при компіляції вихідних текстів програм. На рисунку 3.4 показана модель компонентів системи, що розробляється.

 **Обнаружен Плагиат: 0,26%** <https://kkite.pnu.edu.ua/wp-content/u...> + 3 ресурсов! id: 16

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 79 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.4. Модель компонентів Також була побудована архітектура комплексу, що містить графічні зображення датчиків, пристроїв, процесів та зв'язків між ними. Дана діаграма показана рисунку 3.5. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Арк. 80 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.5. Архітектура комплексу Пояснювальна записка до архітектури комплексу представлена на рисунку 3.6. Рис. 3.6. Пояснювальна записка до архітектури комплексу 3.3.2. Програмування датчиків та модулів Перед етапом фізичної збірки макету мікрокомплексу було розроблено загальну схему підключення компонентів рисунок 3.7. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 81 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.7. Схема підключення датчиків та модулів Таблиця 3.1 Перелік компонентів № Назва Пояснення 1 [Mega2560 + Ethernet Shield](#) Платформа для роботи з модулями і датчиками. [Ethernet](#) використовується для підключення до інтернету. 2 Інфрачервоний датчик руху (піроелектричний) Використовується для вмикання/вимикання світла. 3 Зчитувач [RFID MFRC-522](#) Використовується для здійснення пропускового режиму (світлодіод використовується як заміник замка). 4 Кнопка тактова Використовується для перемикавання пунктів меню на [LCD](#)-екрані. 5 [LCD](#) дисплей 1602 (символьний на [HD44780](#), з підсвіткою, зелений) Використовується для відображення параметрів, що передаються датчиками (має 3 пункти меню). 6 Модуль з двома реле для [Arduino](#) Використовується у зв'язку з ІЧ-датчиком руху і [RFID](#) для перемикавання світла (вкл/викл), а також відкриття/закриття електромеханічного замка. 7 Прецизійний годинник реального часу [DS3231](#) Дозволяє рахувати поточний час і дату для запису даних на [SD](#)-карту. 8 Цифровий датчик температури і вологості [DHT11](#) Використовується для вимірювання температури і вологості в приміщенні. 9 Резистор із опором 10 кОм 10 Лампочка накаливання Вмикання/вимикання світла. 11 Електромеханічний замок Відкриття/закриття дверей. 12 [Micro SD](#)-карта Використовується для зберігання параметрів у БД. 13 ІЧ-передавач Служить для управління кондиціонером. Мікрокомплекс на базі мікроконтролера для контролю параметрів серверної кімнати складається з наступних модулів і їх функцій: Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 82 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Модуль температури та вологості Він виконує функцію контролю та регулювання температури в серверній. Коли температура підвищується/знижується вище / нижче середнього значення, він повинен регулювати роботу кондиціонера. Модуль підсвічування Він виконує функцію увімкнення/вимкнення світла у разі наявності/відсутності персоналу в серверній кімнаті відповідно. Модуль контролю доступу Виконує функцію реєстрації осіб, які заходять на

територію приміщення. Стаціонарний модуль візуалізації Він виконує функцію демонстрації основних параметрів приміщення на рідкокристалічному екрані пристрою візуального відображення інформації. Модуль візуалізації Він виконує функцію демонстрації основних параметрів приміщення на веб-сторінці та в мобільному додатку [Blink](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 83 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Модуль зберігання Виконує функцію зберігання даних з датчиків на [SD](#)-карті. 3.3.2.1. Використання бібліотек для розширення функціональності програмного забезпечення Для ефективно розробки програмного забезпечення для системи було використано механізм бібліотек. Бібліотека [Arduino](#) представляє собою набір функцій та структур даних, що зберігається окремо від основного коду програми [30]. Цей підхід дозволяє модуляризувати програмний код, спрощуючи його структуру та підтримку. Використання бібліотек значно спрощує роботу з різноманітними периферійними пристроями, такими як датчики, актуатори, дисплеї тощо. Бібліотеки надають готові функції для взаємодії з цими пристроями, що дозволяє розробнику зосередитися на розв'язанні конкретного завдання, не заглиблюючись у деталі низькорівневого програмування. Для реалізації функціональності системи були використані такі бібліотеки: [LiquidCrystal_I2C.h](#), [OneWire.h](#), [GyverButton.h](#), що дозволило значно скоротити час розробки та підвищити надійність програмного забезпечення. [LiquidCrystal_I2C.h](#) Для візуалізації інформації в розробленій системі було використано рідкокристалічний дисплей, керований за допомогою бібліотеки [LiquidCrystal_I2C](#) [31]. Ця бібліотека є частиною стандартного набору [Arduino IDE](#) і забезпечує зручний інтерфейс для взаємодії з дисплеями, що підключені за протоколом [I2C](#). Бібліотека [LiquidCrystal_I2C](#) надає широкий спектр функцій для управління дисплеєм, включаючи ініціалізацію, очищення, встановлення курсора, виведення тексту, створення користувацьких символів та керування підсвічуванням. Детальний опис основних функцій наведено нижче: Ініціалізація дисплея: функція [begin\(cols, rows, \[char_size\]\)](#) використовується для початкової настройки дисплея, включаючи встановлення кількості стовпців і рядків, а також розміру символів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 84 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Очищення та позиціонування курсора: функції [clear\(\)](#), [home\(\)](#), [setCursor\(col, row\)](#) дозволяють очистити дисплей, встановити курсор у початкову позицію або перемістити його в довільну точку дисплея. Керування відображенням: функції [display\(\)](#), [noDisplay\(\)](#), [blink\(\)](#), [noBlink\(\)](#), [cursor\(\)](#), [noCursor\(\)](#) дозволяють керувати видимістю дисплея, миганням курсора та підкресленням символів. Прокручування дисплея: функції [scrollDisplayLeft\(\)](#) та [scrollDisplayRight\(\)](#) дозволяють прокручувати вміст дисплея вліво або вправо. Керування напрямком прокручування тексту: функції [leftToRight\(\)](#) та [rightToLeft\(\)](#) дозволяють встановити напрямок прокручування тексту. Створення користувацьких символів: функція [createChar\(num, array\)](#) дозволяє створити власні символи та зберігати їх у пам'яті дисплея. Виведення тексту: функція [print\(text\)](#) використовується для виведення текстової інформації на дисплей. Керування підсвічуванням: функції [backlight\(\)](#), [noBacklight\(\)](#) та [setBacklight\(flag\)](#) дозволяють керувати підсвічуванням дисплея. Для підключення дисплея до мікроконтролера [Arduino](#) необхідно вказати його адресу на шині [I2C](#), кількість стовпців і рядків. Приклад коду для ініціалізації дисплея: `#include Wire.h #include LiquidCrystal_I2C.h LiquidCrystal_I2C lcd (address, col, row); void setup () { lcd.init (); }` Де параметр: **address**: Адреса дисплея на шині [I2C](#) - 0x27 або 0x3F; **col**: кількість стовпців, які реалізовані у дисплея; **row**: кількість рядків, які реалізовані у дисплея. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 85 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Використання бібліотеки [LiquidCrystal_I2C](#) значно спрощує процес розробки програмного забезпечення для керування рідкокристалічними дисплеями, дозволяючи розробникам зосередитися на вирішенні більш складних завдань. [OneWire.h](#) Інтерфейс 1-[Wire](#) відрізняється простотою реалізації, оскільки для обміну даними вимагає лише одного сигнального проводу та заземлення. Однією з унікальних особливостей цього інтерфейсу є можливість паразитного живлення підключених пристроїв без використання додаткового джерела живлення. Сигнальний провід одночасно слугує для передачі даних та живлення пристроїв, що мають достатню ємність для накопичення енергії. Така конструкція дозволяє спростити схему підключення та зменшити кількість необхідних компонентів. Для початку сеансу обміну даними на шині 1-[Wire](#) необхідно виконати процедуру скидання ([reset](#)). Майстер (контролер) ініціює скидання шляхом встановлення логічного нуля на сигнальному проводі протягом мінімум 480 мкс. Після цього майстер відпускає лінію, дозволяючи їй перейти в невизначений стан. Завдяки резистору підтяжки, підключеному до лінії даних, вона зазвичай встановлюється в логічну одиницю. Якщо на шині присутні пристрої, готові до обміну даними, вони реагують на сигнал скидання. Для

підтвердження готовності пристрої активізують свій вихід, тимчасово опускаючи рівень сигналу на лінії до логічного нуля на проміжок часу від 60 до 240 мкс. Таким чином, майстер, прочитавши стан лінії після скидання, може визначити, чи присутні на шині пристрої, готові до взаємодії. Ключові особливості ініціалізації: Скидання ([reset](#)): активний низький сигнал тривалістю не менше 480 мкс, що ініціює сеанс обміну. Підтвердження скидання: активний низький сигнал від пристроїв тривалістю 60-240 мкс, що свідчить про їхню готовність до обміну. Резистор підтяжки: забезпечує встановлення лінії даних у логічну одиницю в неактивному стані. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 86 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.8. Старт обміну даними

Інтерфейс 1-[Wire](#) використовує нестандартний підхід до передачі даних: замість традиційного кодування бітів рівнями сигналу, він застосовує тимчасове кодування. Логічна одиниця передається коротким імпульсом низького рівня тривалістю 15 мкс, після чого лінія переходить у високий стан під дією підтягувального резистора. Логічний нуль передається більш тривалим імпульсом низького рівня – від 60 до 120 мкс. Такий метод кодування дозволяє зменшити кількість необхідних елементів у схемах пристроїв. Рис. 3.9.


Передача даних 1-[Wire GyverButton.h](#) Бібліотека [GyverButton.h](#) призначена для спрощення роботи з тактовими кнопками в середовищі [Arduino](#). Вона дозволяє ефективно обробляти різноманітні події, пов'язані з натисканням кнопки, такі як одиночне натискання, утримання, подвійне та потрійне натискання. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 87 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Функціональні можливості бібліотеки: універсальність: бібліотека підтримує роботу як з нормально замкнутими, так і з нормально розімкнутими кнопками, а також дозволяє використовувати різні схеми підключення з підтягувальними резисторами. фільтрація дрижання контактів: вбудований механізм дебаунсингу дозволяє усунути помилкові спрацювання, спричинені дрижанням контактів кнопки. настроювані параметри: можливість налаштування часу дебаунсингу, таймауту утримання, інтервалу між повторними натисканнями та інших параметрів. різноманітні події: бібліотека дозволяє відстежувати такі події, як натискання, відпускання, утримання, одиночне, подвійне та потрійне натискання, а також зміну стану кнопки з заданим кроком за часом. просте використання: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та набір функцій, що дозволяють легко інтегрувати бібліотеку в будь-який [Arduino](#) проєкт. Основні класи та функції Клас [GButton](#): основний клас для роботи з кнопкою. При створенні об'єкта цього класу необхідно вказати номер цифрового виводу, до якого підключена кнопка, а також додаткові параметри, такі як тип кнопки (нормально замкнута або нормально розімкнута) та схема підключення (з підтягувальним резистором або без). Функції для налаштування: [setDebounce\(\)](#): встановлює час дебаунсингу. [setTimeout\(\)](#): встановлює таймаут утримання. [setStepTimeout\(\)](#): встановлює інтервал між зміною стану при утриманні кнопки. [setType\(\)](#): встановлює тип кнопки. [setTickMode\(\)](#): вибирає режим опитування кнопки (ручний або автоматичний). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 88 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Функції для отримання інформації: [isPress\(\)](#), [isRelease\(\)](#), [isClick\(\)](#), [isHoleded\(\)](#), [isHold\(\)](#), [isSingle\(\)](#), [isDouble\(\)](#), [isTriple\(\)](#), [hasClicks\(\)](#), [getClicks\(\)](#), [isStep\(\)](#): Повертають інформацію про стан кнопки та події, що відбулися. Функція [tick\(\)](#): виконує опитування стану кнопки та оновлює внутрішні змінні бібліотеки. 3.3.2.2. Модуль температури та вологості Завдання модуля температури та вологості полягає у здійсненні моніторингу та регулюванні температури і вологості в серверному приміщенні, а також у формуванні повідомлень для подальшого оповіщення відповідальних осіб у разі досягнення критичних значень. Для реалізації цього завдання було використано: Датчик температури та вологості [DHT11](#). З'єднувальні проводи для макетних плат (типу

” Цитування: 0,01%

id: 17

"мама-тато"

). Рис. 3.10. Схема підключення датчика [DHT11](#) Логіка роботи модуля температури та вологості продемонстрована на рисунку 3.11.

 Обнаружен Плагиат: 0,16% <https://kkite.pnu.edu.ua/wp-content/u...> + 3 ресурсів!

id: 18

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 89 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.11. Логіка роботи модуля температури та вологості Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Арк. 90 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.12. Діаграма алгоритму роботи модуля для контролю мікроклімату 3.3.2.3. Модуль освітленості Завдання модуля освітленості полягає в автоматичному керуванні освітленням серверного

приміщення шляхом його ввімкнення при виявленні присутності персоналу та вимкнення після того, як приміщення буде залишено. Для реалізації цього завдання було застосовано наступні компоненти: Інфрачервоний датчик руху. Лампа розжарювання (як демонстраційне навантаження). Модуль з двома реле для комутації електричного кола освітлення. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 91 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ З'єднувальні проводи для макетних плат (типу

Цитування: 0,01%

id: 19

"мама-тато"

). Конструкція датчика передбачає наявність двох змінних резисторів, один з яких використовується для регулювання чутливості сенсора, а інший визначає тривалість періоду активності після фіксації руху. Рис. 3.13. Схема підключення Логіка роботи модуля освітленості показана на рисунку 3.14. Рис. 3.14. Робота модуля освітленості Блок-схема модуля освітленості зображена на рисунку 3.15. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 92 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.15. Блок-схема модуля освітленості 3.3.2.4. Модуль контролю доступу Завдання модуля контролю доступу полягає у здійсненні реєстрації осіб, які входять до приміщення. Для реалізації цієї функції застосовано технологію радіочастотної ідентифікації (RFID). RFID являє собою метод безконтактної передачі, запису та зберігання даних за допомогою радіосигналів. Кожна RFID-система складається зі зчитувача (ридера) та RFID-мітки, що містить ідентифікаційні дані. Мітка включає інтегральну схему для зберігання та обробки інформації, а також антену для прийому та передачі радіосигналів. Для реалізації даного модуля було використано наступні компоненти: RFID-зчитувач MFRC-522. RFID-мітка. З'єднувальні проводи для макетних плат (типу

Цитування: 0,01%

id: 20

"мама-тато"

). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 93 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.16. Схема підключення RFID-зчитувача MFRC-522 Логіка функціонування RFID-зчитувача є досить складною, тому її повний опис наведено в Додатку Е. Основна структурна схема алгоритму його роботи така: // Ініціалізація лічильника RFID міток недійсний `setupMFRC522()` { `SPI.begin()`; // Ініціалізуємо інтерфейс `SPI mfrc522.PCD_Init()`; // Ініціалізуємо модуль `MFRC522 mfrc522.PCD_DumpVersionToSerial()`; // Виводимо версію прошивки модуля на монітор серійного порта // Виводимо повідомлення про те, що модуль готовий до розрахунку і очікує мітку `Serial.println(F(`

Цитування: 0,03%

id: 21

"Будь ласка, розмістіть RFID-мітку на зчитувачі"

)); } // Читання карт і ключів з RFID-мітками // Логіка така: провели ключем відкритий замок, щоб закрити — потрібно провести ключем ще раз `void keyRFID()` { `digitalWrite(PIN_RELE_LOCK, StateKeyRFID)`; // Управляємо реле в залежності від стану замка `Blynk.virtualWrite(VPIN_LOCK, StateKeyRFID)`; // Шлемо дані у таблиці `Blynk` // Очікуємо мітку, і поки її немає, перериваємо подальше виконання цієї функції (ключ RFID) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 94 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ якщо `(!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())` { повернення; } // Спроба прочитати мітку, і поки це не вийшло, перериваємо подальше виконання цієї функції (`keyRFID`) якщо `(!mfrc522.PICC_ReadCardSerial())` { повернення; } 3.3.2.5. Модуль стаціонарної візуалізації Завдання модуля стаціонарної візуалізації полягає у відображенні параметрів датчиків, встановлених у серверному приміщенні, на рідкокристалічному дисплеї (LCD). Інтерфейс LCD-екрана оснащено меню, навігація по якому здійснюється за допомогою кнопок, забезпечуючи окремий перегляд кожного параметра. В автономному режимі передбачено автоматичне циклічне перемикавання пунктів меню. Рис. 3.17. Схема підключення Структура меню LCD-екрана включає наступні пункти: Екран 1: Відображення даних, отриманих від датчика температури та вологості DHT22 (вологість, температура). Екран 2: Відображення стану освітлення (увімкнено/вимкнено). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 95 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Екран 3: Відображення стану системи контролю доступу на основі RFID (двері відчинено/зачинено). Для реалізації даного модуля було використано наступні компоненти: LCD-дисплей. Перетворювач інтерфейсу LCD в I2C для спрощення підключення до мікроконтролера. З'єднувальні проводи для макетних плат (типу

Цитування: 0,01%	id: 22
"мама-тато"	
). Логіка роботи модуля стаціонарної візуалізації подана нижче. #include Wire.h #include LiquidCrystal_I2C.h // Бібліотека для LCD екрана LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Оголошуємо екран за адресою 0x27 на шині I2C // 2 рядки по 16 символів // Прототип функції, щоб компілятор знав, що така функція існує void LCDmenu(); // Функція перемикання екранів void ScreenSwitching(){ MenuPos++; if(MenuPos > 2){ MenuPos=0;} LCDmenu(); } // Функція виводу інформації на LCD екран void LCDmenu(){ static int8_t LastMenuPos = 100; switch (MenuPos) { case 0: // Виконується, коли MenuPos дорівнює 0 if (LastMenuPos != MenuPos) { // Якщо минулого разу був інший екран, очищуємо і виводимо новий lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); // Встановлюємо курсор на початок 1 рядка lcd.print(F(
Цитування: 0,02%	id: 23
"Hum = %"	
)); // Виводимо текст lcd.setCursor(7, 0); // Встановлюємо курсор на 7 символ lcd.print(h, 1); // Виводимо значення вологості lcd.setCursor(0, 1); // Встановлюємо курсор на 2 рядок Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 96 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ lcd.print(F(
Цитування: 0,02%	id: 24
"Temp = \1C"	
)); // Виводимо текст, \1 – символ градуса lcd.setCursor(7, 1); // Встановлюємо курсор на 7 символ lcd.print(t, 1); // Виводимо значення температури } else { // Інакше просто оновлюємо інформацію в потрібних місцях lcd.setCursor(7, 0); lcd.print(h, 1); lcd.setCursor(7, 1); lcd.print(t, 1); } break; case 1: // Виконується, коли MenuPos дорівнює 1 lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); if(statePIR == HIGH) { lcd.print(F(
Цитування: 0,01%	id: 25
"SVET VKL"	
)); // Світло ввімкнене } else { lcd.print(F(
Цитування: 0,01%	id: 26
"SVET OTKL"	
)); // Світло вимкнене } break; case 2: // Виконується, коли MenuPos дорівнює 2 lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); if(!StateKeyRFID) { lcd.print(F(
Цитування: 0,01%	id: 27
"CLOSED"	
)); // Закрито } else if (StateKeyRFID) { lcd.print(F(
Цитування: 0,01%	id: 28
"OPEN"	
)); // Відкрито } break; default: break; } } 3.3.2.6. Модуль дистанційної візуалізації Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 97 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Завдання модуля дистанційної візуалізації полягає у відображенні основних параметрів серверного приміщення на веб-сторінці та в мобільному застосунку	
Цитування: 0,01%	id: 29
"Blynk".	
Для реалізації цього завдання використовується модуль Ethernet Shield W5100 та мережевий кабель. Рис. 3.18. Схема підключення модуля Ethernet Shield W5100 Ethernet Shield забезпечує можливість підключення Arduino до мережі Інтернет. Цей модуль розширює функціональні можливості Arduino, дозволяючи передавати та отримувати дані з будь-якої точки світу, де є доступ до Інтернету. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 98 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Веб-сервер ініціалізується на Ethernet Shield за допомогою команди Ethernet.begin(arduino_mac, device_ip, dns_ip, gateway_ip, subnet_mask). Де: arduino_mac – MAC-адреса плати Arduino. device_ip – IP-адреса плати Arduino в локальній мережі. dns_ip – IP-адреса DNS-сервера. gateway_ip – IP-адреса шлюзу IPv4. subnet_mask – маска підмережі IPv4. Веб-сторінка розробляється у середовищі програмування Arduino IDE у вигляді коду HTML. Логіка формування веб-сторінки з	

```
температуру, вологістю та станом освітлення, яка оновлюється кожні 5 секунд: //
Виведення HTML-сторінки if (c == '\n' && currentLineIsBlank) { client.println(F(
```

” Цитування: 0,02%	id: 30
"HTTP/1.1 200 OK"	
)); // Заголовочна інформація client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 31
"Content-Type: text/html"	
)); // Тип контенту client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 32
"Connection: close"	
)); // Закрити з'єднання client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 33
"Refresh: 5"	
)); // Автоматичне оновлення кожні 5 сек client.println(); client.println(F(
” Цитування: 0,02%	id: 34
" !DOCTYPE HTML "	
)); // HTML тип документа client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 35
" html "	
)); // Відкриття тега HTML client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 36
" head "	
)); // Відкриття тега HEAD client.println(F(
” Цитування: 0,02%	id: 37
" meta http-equiv='Content-Type' content='text/html; charset=utf-8/' "	
)); client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 38
" title Мікрокомплекс /title "	
)); // Назва сторінки client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 39
" /head "	
)); // Закриття HEAD client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 40
" body "	
)); // Відкриття BODY client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 41
" h1 Мікрокомплекс /h1 "	
)); // Заголовок сторінки client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 42
" br "	
)); // Перенесення на новий рядок client.println(F(
” Цитування: 0,01%	id: 43
" hr "	
)); // Розділювальна лінія client.println(F("Температура = ")); // Температура з DHT 11 client.println(t); // Змінна температури Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 99 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ client.println(F(" °C	
” Цитування: 0,03%	id: 44

"); if (t_alarm_max) { client.println(F("Увага! Перевищення норми температури	
” Цитування: 0,04%	id: 45
"); } else if (t_alarm_min) { client.println(F("Увага! Температура нижче норми	
” Цитування: 0,02%	id: 46
"); } client.println(F("br	
” Цитування: 0,04%	id: 47
"); // Перенесення на новий рядок client.println(F("Вологість =	
” Цитування: 0,07%	id: 48
"); // Вологість з DHT 11 client.println(h); // Змінна вологості client.println(F("%	
” Цитування: 0,03%	id: 49
"); if (h_alarm_max) { client.println(F("Увага! Перевищення норми вологості	
” Цитування: 0,04%	id: 50
"); } else if (h_alarm_min) { client.println(F("Увага! Вологість нижче норми	
” Цитування: 0,02%	id: 51
"); } client.println(F("br	
” Цитування: 0,04%	id: 52
"); // Перенесення на новий рядок client.println(F("hr	
” Цитування: 0,06%	id: 53
"); // Розділювальна лінія if (statePIR == HIGH) { client.println(F("Світло в приміщенні увімкнено	
” Цитування: 0,05%	id: 54
"); } else if (statePIR == LOW) { client.println(F("Світло в приміщенні вимкнено	
” Цитування: 0,02%	id: 55
"); } client.println(F("br "); client.println(F(" hr ")); } 3.3.3. Реалізація програмної частини мобільного застосунку	

Для того, щоб IoT-рішення функціонувало за межами локальної Wi-Fi мережі, необхідно залучити IoT-платформу. IoT-платформа — це інтегроване рішення, що забезпечує уніфіковану взаємодію між кінцевими пристроями Інтернету речей та сервісами, які обробляють зібрані дані. Важливість таких платформ можна пояснити, звернувшись до статистики. Дослідження Cisco показало, що 75% IoT-проектів зазнають невдачі. В опитуванні брали участь понад 1800 керівників компаній та IT-лідерів, метою якого було виявлення основних перешкод для впровадження Інтернету речей на підприємствах. Згідно з висновками, ключовими бар'єрами є витрати та терміни реалізації проектів, а також обмеженість експертних знань штатних співробітників. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 100 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Саме IoT-платформи допомагають усунути ці проблеми, забезпечуючи уніфіковану взаємодію між пристроями IoT та сервісами обробки даних. Наприклад, якщо компанія вже має значний парк обладнання, його інтеграція в нову IoT-інфраструктуру може бути складною. Деякі "старі" пристрої можуть успішно виконувати свої функції, але не мати можливості

підключення до Інтернету. Заміна такого обладнання на [IoT](#)-сумісне потягне за собою значні витрати, що збільшить термін окупності проєкту, адже доведеться списувати цілком працездатні верстати та агрегати. Навіть якщо обладнання сумісне з [IoT](#), залишається низка важливих питань: які дані слід збирати й використовувати, як проводити їхній поглиблений аналіз та забезпечити оперативний зворотний зв'язок. Саме [IoT](#)-платформи вирішують ці завдання, забезпечуючи безшовну інтеграцію апаратних засобів з використанням різних типів підключень, а також ефективну передачу даних на підключені пристрої або між ними. Сучасний ринок пропонує безліч [IoT](#)-платформ від провідних високотехнологічних та ІТ-компаній. Приміром, компанія [Toshiba](#) розробила платформу [SPINEX](#) для інтеграції [IoT](#)-пристроїв і сервісів. Її створення ґрунтувалося на значному досвіді [Toshiba](#) в енергетиці, виробництві напівпровідникових компонентів, а також у сферах Інтернету речей, штучного інтелекту, розпізнавання голосу та відео. Програмування мікроконтролерних платформ, таких як [Arduino](#) або [Raspberry Pi](#), стало одним із найцікавіших напрямків розвитку двадцять першого століття. Побудова пристроїв на їхній основі давно вийшла за межі можливостей лише вузьких фахівців. Вони застосовуються для створення верстатів, роботів, 3D-принтерів, квадрокоптерів, серверів та різноманітних [IoT](#)-пристроїв. Однак, цей ринок є значно сегментованим: платформи програмуються в різних середовищах та через різні інтерфейси. Проєкт [Blynk](#) може стати вирішенням цієї проблеми, об'єднуючи підходи до програмування. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 101 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ [Blynk](#) є хмарним сервісом, що забезпечує інтуїтивно зрозуміле створення графічних інтерфейсів для управління мікрокомп'ютерами та мікроконтролерами. Ця платформа значно спрощує збір інформації з датчиків, мінімізуючи потребу в розробці складних програмних рішень. Рис. 3.19. Хмарний сервіс [Blynk](#) Платформа складається з трьох ключових компонентів: [Blynk App](#) — це мобільний додаток, який дозволяє користувачам створювати інтуїтивно зрозумілі інтерфейси для своїх [IoT](#)-проєктів за допомогою різноманітних віджетів. [Blynk Server](#) — цей сервер відповідає за всю комунікацію між смартфоном і апаратним забезпеченням. Користувачі можуть обирати між використанням хмарного сервера [Blynk](#) або розгортанням власного приватного сервера локально, залежно від своїх потреб. [Blynk Libraries](#) — ці бібліотеки, доступні для всіх популярних апаратних платформ ([Arduino](#), [Raspberry Pi](#), [ESP8266](#), [Energia](#), [Particle](#) та ін.), забезпечують зв'язок із сервером та обробляють всі вхідні й вихідні команди пристрою. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 102 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Для використання [Blynk](#) необхідно встановити мобільний додаток та пройти обов'язкову реєстрацію. Це пов'язано з хмарною архітектурою сервісу, що гарантує контрольований доступ до підключених пристроїв. Варто зазначити, що система передбачає можливість локального розгортання сервера, що виключає залежність від інтернет-з'єднання. Для ініціалізації та управління програмами потрібні базові навички з'єднання мікроконтролера або мікрокомп'ютера з ПК. [Blynk](#) підтримує широкий спектр комунікаційних інтерфейсів, забезпечуючи гнучкість інтеграції: [Official Ethernet Shield \(W5100\)](#) [Adafruit CC3000 WiFi ENC28J60 RN-XV WiFly ESP8266 USB \(Serial\)](#) [SeeedStudio Ethernet Shield V2.0 \(W5200\)](#) [Official Arduino WiFi Shield ESP8266 \(WiFi modem\)](#) [Blynk](#) позиціонується як універсальний інструмент для швидкої розробки застосунків управління мікроконтролерними та мікрокомп'ютерними проєктами — від збору даних з метеостанцій до автоматизації розумного будинку та робототехніки. Це робить його привабливим як для початківців, так і для досвідчених фахівців, що цінують оптимізацію часу. Документація та інструкції доступні на офіційному сайті. Як [open-source](#) проєкт, [Blynk](#) заохочує активну участь спільноти у розробці нових можливостей. На даний момент [Blynk](#) підтримує роботу з такими апаратними платформами: [ESP8266](#) [Raspberry Pi](#) [Arduino](#) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 103 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ [Wicked WildFire \(CC3000\)](#) [Particle \(exSpark Core\)](#) [TinyDuino \(CC3000\)](#) Для автономної роботи з платформою [Blynk](#) необхідно розгорнути локальний сервер. Процес включає такі етапи: Отримання файлів сервера: завантажте основний архів сервера та відповідний [JAR](#)-файл з офіційних репозиторіїв [Blynk](#) (<https://github.com/blynkkk/blynk-server/archive/master.zip> та <https://github.com/blynkkk/blynk-server/releases> відповідно). Підготовка робочого середовища: розпакуйте архів у бажану папку та створіть у ній директорію [data](#) для зберігання службових даних. Запуск сервера: відкрийте командний рядок, перейдіть до папки з розпакованими файлами та виконайте команду: [java -jar server/server-0.41.11-java8.jar -dataFolder data](#). Верифікація роботи: після запуску, для перевірки функціональності сервера, перейдіть у веб-браузері за адресою

<https://10.30.2.33:9443/admin>. Відображення інтерфейсу (як на рис. 3.20) підтвердить успішний запуск. Рис. 3.20.

Цитирования: 0,02% id: 56

«Blynk - сервер»

Далі додати до існуючої програми код для коректної роботи з Wi-Fi: `#include ESP8266WiFi.h` `const char* ssid =`

Цитирования: 0,01% id: 57

"TS_ITS"

; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 104 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ `const char* password =`

Цитирования: 0,01% id: 58

"KafTSITS"

; `void setup(void) { Serial.begin(115200); WiFi.begin(ssid, password); Serial.print(`

Цитирования: 0,02% id: 59

"Connecting WiFi AP: "

); `while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { delay(1000); Serial.print(`

Цитирования: 0% id: 60

."

); } `Serial.println(`

Цитирования: 0% id: 61

""

); `Serial.println(`

Цитирования: 0,01% id: 62

"WiFi connected"

); `Serial.println(WiFi.localIP()); } void loop() { }` Для забезпечення взаємодії веб-додатку з пристроями використовуються наступні ключові програмні елементи: `Blynk.begin(`

Цитирования: 0,01% id: 63

"auth",

Цитирования: 0,01% id: 64

"ssid",

Цитирования: 0,01% id: 65

"pass"

); функція відповідає за налаштування мережевого підключення до Wi-Fi точки доступу (визначається SSID та паролем) та автентифікацію пристрою на Blynk-сервері за допомогою auth token. Підключення до Blynk-сервера ініціюється після першого виконання `Blynk.run()` або `Blynk.connect()`. Для управління станом з'єднання (відключення/повторне підключення) застосовуються функції `Blynk.disconnect()` та `Blynk.connect()`, які повертають логічний результат. `Blynk.run()`: є центральною функцією для постійної синхронізації пристрою з Blynk-сервером та прийому команд з мобільного додатку. Вона зазвичай інтегрується в головний цикл `loop()`. Однією з вагомих переваг цієї функції є можливість прямого керування фізичними входами та виходами плати ESP (у режимі

Цитирования: 0,01% id: 66

"Standalone"

) без потреби писати явні команди `digitalRead`, `digitalWrite`, `analogRead`, `analogWrite` у коді. Достатньо просто налаштувати відповідні елементи управління в мобільному додатку та пов'язати їх з необхідними контактами ESP8266. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 105 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.21. Сторінка веб-додатку для керування системою моніторингу мікроклімату серверної кімнати Хоча веб-додаток пропонує велику кількість віджетів та керуючих блоків, для наших цілей достатньо таких елементів: Чотири світлові індикатори

Цитування: 0,01%	id: 67
"LED"	
(Virtual Pins 1, 29, 30, 31). Дві клавіші (Virtual Pins 2, 3). Термінал для обміну інформацією (Virtual Pin 4).	
Цитування: 0,01%	id: 68
"Value Display"	
для відображення даних з датчика (Virtual Pin 8).	
Цитування: 0,01%	id: 69
"History Graph"	
<p>для відображення історичних даних на графіку (Virtual Pin 8). В якості середовища розробки було обрано Blynk.Apps (Рисунок 3.22). Ця платформа надає нативні мобільні додатки для операційних систем iOS та Android, що забезпечують дистанційне керування підключеними пристроями та візуалізацію отриманих від них даних. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 106 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.22.</p> <p>Blynk.Apps Функціонування додатку реалізується у двох основних режимах: Режим розробника Основне призначення режиму розробника полягає у створенні та редагуванні графічного інтерфейсу користувача (GUI) мобільної інформаційної панелі, що призначена для конкретного шаблону пристрою. Мобільний дашборд формується за допомогою віджетів – модульних елементів інтерфейсу, які можуть бути розміщені на робочому полотні. Кожен віджет виконує специфічну функцію (наприклад, кнопка, повзунок, графік) та має індивідуальні налаштування, що залежать від його функціональності. Режим кінцевого користувача Цей режим призначений як для виробників, так і для кінцевих користувачів. Його фокус зосереджений на перегляді та керуванні пристроями, налаштуванні автоматизації та отриманні сповіщень. Взаємодія відбувається через віджети та додаткові екрани, що містять актуальну інформацію про дані, які встановлюються, надсилаються або отримуються з Blynk.Cloud та безпосередньо з пристроїв. Код для коректної роботи з Blynk: <code>#define BLYNK_PRINT Serial // Enables Serial Monitor /* Fill in information from Blynk Device Info here */ // #define BLYNK_TEMPLATE_ID</code></p>	
Цитування: 0,01%	id: 70
"TMPxxxxxx"	
// #define BLYNK_TEMPLATE_NAME	
Цитування: 0,01%	id: 71
"Device"	
// #define BLYNK_AUTH_TOKEN	
Цитування: 0,01%	id: 72
"YourAuthToken"	
<p>// Following includes are for Arduino Ethernet Shield (W5100) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 107 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ // If you're using another shield, see Boards_* examples #include SPI.h #include Ethernet.h #include BlynkSimpleEthernet.h void setup() { // See the connection status in Serial Monitor Serial.begin(9600); // Here your Arduino connects to the Blynk Cloud. Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN); } void loop() { // All the Blynk Magic happens here... Blynk.run(); } Рис 3.23. Інтерфейс додатку Blynk Висновки до розділу Підсумовуючи результати даного розділу, слід зазначити створення функціональної системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи Arduino, вирішенню задачі прототипування системи моніторингу. В рамках цього етапу було розроблено структурну схему пристрою, здійснено обґрунтований вибір основного обладнання, проведено аналіз функціональних вимог з використанням діаграм варіантів використання, а також побудовано моделі, що описують різні аспекти системи, зокрема діаграму станів програмно-апаратного комплексу, діаграму компонентів та діаграму розгортання. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 108 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Описана логіка функціонування деяких програмних модулів системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи Arduino, логіка функціонування інших програмних модулів детально описана у відповідних додатках: Логіка ініціалізації компонентів системи – Додаток А. Логіка обробки натискання кнопки</p>	

перемикання меню [LCD](#)-екрана – Додаток Б. Логіка роботи з мобільним застосунком [Blynk](#) – Додаток В. Логіка роботи з [SD](#)-картою – Додаток Г. Логіка роботи [LCD](#)-дисплея – Додаток Д. Логіка роботи [RFID](#)-зчитувача [MFRC522](#) – Додаток Е. Логіка роботи годинника реального часу – Додаток Є. Логіка роботи з датчиком температури та вологості [DHT](#) – Додаток Ж. Логіка взаємодії з сервером – Додаток З. Логіка роботи ІЧ-передавача – Додаток И. Розроблено мобільний застосунок

” Цитування: 0,01%

id: 73

"[Blynk](#)"

для системи дистанційного моніторингу мікроклімату серверної кімнати. ВИСНОВКИ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 109 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ Розроб. Ліщук С.Е. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. ВИСНОВКИ Літ. Акрушів З ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . Дана робота присвячена розробці системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі [Arduino](#), 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. У результаті виконання бакалаврської роботи було досягнуто поставленої мети, а саме забезпечення моніторингу та контролю стану мікроклімату серверного приміщення для підприємства, що використовує інформаційні технології у своїй діяльності. Для досягнення визначеної мети було успішно вирішено наступні завдання: Проведено огляд існуючих систем моніторингу, що дозволило виявити їхні переваги, недоліки та визначити актуальні тенденції в даній галузі. Здійснено детальне виявлення та формалізацію вимог до проєктованої системи моніторингу на основі потреб типового підприємства з серверною інфраструктурою. Розроблено архітектуру інформаційної системи, включаючи визначення її функціональних модулів, інтерфейсів та принципів взаємодії. Проведено детальний аналіз основних компонентів та інструментів, необхідних для реалізації системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). Розроблено структурну схему пристрою, описано логіку функціонування програмних модулів системи моніторингу мікроклімату серверної кімнати на базі платформи [Arduino](#). Створено прототип системи моніторингу та здійснено його попереднє впровадження для демонстрації працездатності та відповідності типовим вимогам. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 110 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Розроблено мобільний застосунок

” Цитування: 0,01%

id: 74

"[Blynk](#)"

для системи дистанційного моніторингу мікроклімату серверної кімнати. Процес розробки продемонстрував, що вибір використаного обладнання був оптимальним та повністю виправдав себе, забезпечивши можливість створення повноцінної системи моніторингу, яка відповідає визначеним вимогам. Розроблена система моніторингу може бути впроваджена на підприємствах, що мають власну серверну інфраструктуру, про що свідчать результати її прототипування. Це підтверджує практичну цінність та потенціал розробленої системи для забезпечення надійного функціонування критично важливого обладнання. Подальший розвиток розробленої системи моніторингу може бути спрямований на розширення її функціональних можливостей та підвищення ефективності. Можливими напрямками вдосконалення є: Інтеграція з платформами хмарних сервісів: забезпечення можливості централізованого моніторингу розподіленої інфраструктури. Впровадження розширеної системи оповіщень: налаштування гнучких сценаріїв сповіщень через різні канали зв'язку ([SMS](#), електронна пошта, месенджери). Розробка інструментів візуалізації даних: створення інтерактивних графіків та дашбордів для зручного аналізу історичних даних та поточного стану системи. Підтримка протоколів віддаленого керування: реалізація можливості віддаленого перезавантаження обладнання або виконання інших базових адміністративних дій. Адаптація до різних типів сенсорів та обладнання: забезпечення гнучкості системи для інтеграції з ширшим спектром пристроїв. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 111 ІТС.4КІ.0125.03-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Розробка [API](#) для інтеграції зі сторонніми системами: надання можливості іншим програмним продуктам отримувати дані моніторингу. Реалізація зазначених напрямків розвитку дозволить значно підвищити функціональність, адаптивність та

комерційну привабливість розробленої системи моніторингу для широкого кола підприємств.

Заявление об ограничении ответственности:

Этот отчет должен быть правильно истолкован и проанализирован квалифицированным специалистом, который несет ответственность за оценку!

Любая информация, представленная в этом отчете, не является окончательной и подлежит ручному просмотру и анализу. Пожалуйста, следуйте инструкциям: [Рекомендации по оценке](#)

Детектор Плагата - Ваше право на оригинальность! © SkyLine LLC