

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему:

**«ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІ ТА ВІДДАЛЕНОГО
КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВОЮ ПОМПОЮ»**

(ЧАСТИНА II. СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ)

Виконав: здобувач групи АКТ-42
спеціальності 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

_____ Хом'як Н. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник: _____ Пташник В. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор, Тригуба А. М.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ” _____ 202 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Хом`як Назарій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Проектування системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою» (Частина II. Система віддаленого керування)
керівник роботи к. т. н., доцент., Пташник В. В.

(наук.ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НУП від 27.11.2023 року № 641/к-с

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: інформаційна довідка щодо будови та принципів роботи теплових помп; характеристика сучасних хмарних рішень у галузі IoT: AWS, IBM Cloud, Azure, Blynk тощо; технічна документація засобів контролю та управління системою теплової помпи; науково-технічна і довідкова література.

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

Вступ

1. Інформаційні системи контролю та управління відновлюваними джерелами енергії

2. Порівняння та вибір хмарних платформ IoT

3. Розробка елементів віддаленого керування тепловою помпою

4. Охорона праці

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	<i>Пташник В. В., к.т.н., доцент</i>			
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання 28 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Вивчення інформаційних систем контролю та управління відновлюваними джерелами енергії</i>	<i>28.11.2023 – 31.12.2023</i>	
2	<i>Порівняння та вибір хмарних платформ IoT</i>	<i>01.01.2024 – 28.02.2024</i>	
3	<i>Розробка елементів віддаленого керування тепловою помпою</i>	<i>01.03.2024 – 30.04.2024</i>	
4	<i>Розгляд питань з охорони праці</i>	<i>01.05.2024 – 14.05.2024</i>	
5	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентаційного матеріалу</i>	<i>15.05.2024 – 31.05.2024</i>	
6	<i>Завершення роботи в цілому. Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи</i>	<i>01.06.2024 – 10.06.2024</i>	

Здобувач

Хом`як Н. Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Пташник В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 681.521 / 681.518

Проектування системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою (Частина II. Система віддаленого керування). Хом'як Н. Ю. Кафедра інформаційних технологій – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

Кваліфікаційна робота: 47 сторінок текстової частини, 17 рисунків, 5 таблиць, 17 джерел літератури.

Мета кваліфікаційної роботи полягає розробці та впровадженні системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою для забезпечення енергоефективного та стабільного функціонування системи опалення і кондиціонування в будівлях різного призначення.

Об'єктом дослідження є програмні алгоритми та технічні засоби, необхідні для функціонування теплової помпи та її інтеграція в систему автоматизації та віддаленого керування для оптимізації роботи системи опалення.

Предмет дослідження вивчає процеси проектування, розробки, впровадження та тестування системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою, включаючи апаратні і програмні компоненти, алгоритми керування, засоби комунікації та інтерфейси користувача.

У роботі проаналізовано предметну область, визначено основні загрози інформаційної системи контролю та управління відновлювальних джерел енергії, розглянуто існуючі аналоги та визначено функціональні можливості програмного забезпечення. Проведено аналіз сучасних рішень у сфері автоматизації теплових pomp, розроблено концепцію та реалізовано прототип системи віддаленого керування.

Ключові слова: інформаційна система, інтернет речей, тепла помпа, хмарна платформа.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	7
1.1 Завдання та можливості програмних засобів контролю та управління відновлюваними джерелами енергії	7
1.2. Програмне забезпечення SolarEdge Monitoring	8
1.3 Програмне забезпечення Sense Home Energy Monitor	9
1.4 Програмне забезпечення Smarpee	11
1.5 Програмне забезпечення Enphase Enlighten	13
РОЗДІЛ 2 ПОРІВНЯННЯ ТА ВИБІР ХМАРНИХ ПЛАТФОРМ ІОТ	15
2.1 Хмарна платформа IBM Watson IoT	16
2.2 Хмарна платформа AWS IoT Core	19
2.3 Хмарна платформа Azure IoT Suite	22
2.4 Хмарна платформа Blynk	23
2.5 Порівняння функціональних можливостей та специфіки використання розглянутих хмарних платформ	27
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВОЮ ПОМПОЮ	30
3.1 Аналіз вхідних параметрів	30
3.2 Підключення користувачів та розподіл ролей	33
3.3 Визначення режимів роботи системи	35
3.4 Проектування веб-інтерфейсу	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	37
4.1 Аналіз небезпечних факторів, що впливають на програміста	37
4.2 Електробезпека	42
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

У сучасному світі питання енергоефективності та екологічної безпеки стають все більш актуальними. Одним із ефективних рішень у цій сфері є використання теплових pomp, які забезпечують економію енергоресурсів та зниження шкідливих викидів в атмосферу. Теплові помпи використовують природні джерела тепла, такі як ґрунт, вода або повітря, для обігріву та охолодження приміщень, що робить їх надзвичайно ефективними та екологічно чистими.

Водночас, для максимальної ефективності та зручності експлуатації теплових pomp, необхідно впроваджувати системи автоматизації та віддаленого керування. Це дозволяє не лише підвищити продуктивність та надійність роботи обладнання, але й забезпечити зручний моніторинг та управління в режимі реального часу, що є надзвичайно важливим у сучасних умовах стрімкого розвитку технологій.

Метою цієї дипломної роботи є проектування системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою. У роботі розглядаються основні етапи проектування, вибір апаратного та програмного забезпечення, алгоритми керування та методи комунікації. Особлива увага приділяється питанням забезпечення енергоефективності, надійності та зручності використання системи.

Актуальність даної теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності використання енергоресурсів, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення комфорту користувачів. Впровадження автоматизованих систем керування тепловими помпами є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

1.1 Завдання та можливості програмних засобів контролю та управління відновлюваними джерелами енергії

У сучасному світі розвиток відновлюваних джерел енергії стає все більш актуальним і необхідним завдяки зростанню свідомості щодо проблем забруднення довкілля та обмеженості використання традиційних джерел енергії. Одним із ключових аспектів успішного впровадження Відновлювані джерела енергії є ефективне управління цими системами. Програми управління для користувачів відновлюваних джерел енергії надають власникам сонячних, вітрових та інших систем доступ до даних щодо їх функціонування та допомагають забезпечити їх ефективну роботу.

Платформа пропонує різноманітні функції для моніторингу та управління сонячними установками. Наприклад, власники систем можуть переглядати реальний час виробництва енергії, аналізувати динаміку виробництва в різний час доби та в залежності від погодних умов. Такий моніторинг дозволяє ефективніше використовувати вироблену енергію та зменшити залежність від мережі.

Крім того, програми управління для користувачів можуть надавати інформацію про стан та ефективність окремих компонентів системи, що дозволяє вчасно виявляти та усувати проблеми. Також вони забезпечують можливість віддаленого керування системою, наприклад, включення та вимикання сонячних панелей чи акумуляторів. Це дозволяє забезпечити максимальну ефективність та надійність роботи системи. Для багатьох власників систем програми управління є невід'ємною частиною їхнього досвіду використання.

1.2. Програмне забезпечення SolarEdge Monitoring

SolarEdge Monitoring – це комплексне програмне забезпечення, розроблене для моніторингу та управління сонячними енергетичними системами. Воно дозволяє користувачам контролювати ефективність своїх установок в режимі реального часу, надаючи детальну аналітику і звіти про продуктивність.

Програмне забезпечення надає можливість відстежувати роботу кожного компонента системи, включаючи інвертори та оптимізатори потужності. Завдяки графічним інтерфейсам, користувачі можуть бачити поточний стан системи, а також переглядати історичні дані для аналізу ефективності.

Основні функції SolarEdge Monitoring включають в себе можливість візуалізації даних, що дозволяє легше зрозуміти інформацію про виробництво та споживання енергії. Прогнозування виробництва енергії базується на погодних умовах та історичних даних, що допомагає користувачам планувати використання енергії більш ефективно (рис. 1.1).

Крім цього, програмне забезпечення забезпечує автоматичні сповіщення про будь-які несправності або зниження продуктивності, що дозволяє швидко реагувати на проблеми. Ця функція знижує витрати на обслуговування, адже проблеми можна вирішувати оперативно, без затримок.

SolarEdge Monitoring також підтримує інтеграцію з іншими компонентами системи SolarEdge, такими як батареї, що дозволяє користувачам мати централізований контроль над всією енергетичною системою. Додаток доступний на мобільних пристроях, що робить управління системою зручним та доступним з будь-якого місця.

В цілому, SolarEdge Monitoring є потужним інструментом, що надає користувачам високу ступінь контролю над їхніми сонячними енергетичними системами. Це допомагає оптимізувати виробництво енергії, знижувати витрати на обслуговування та забезпечувати безперебійну роботу установок.

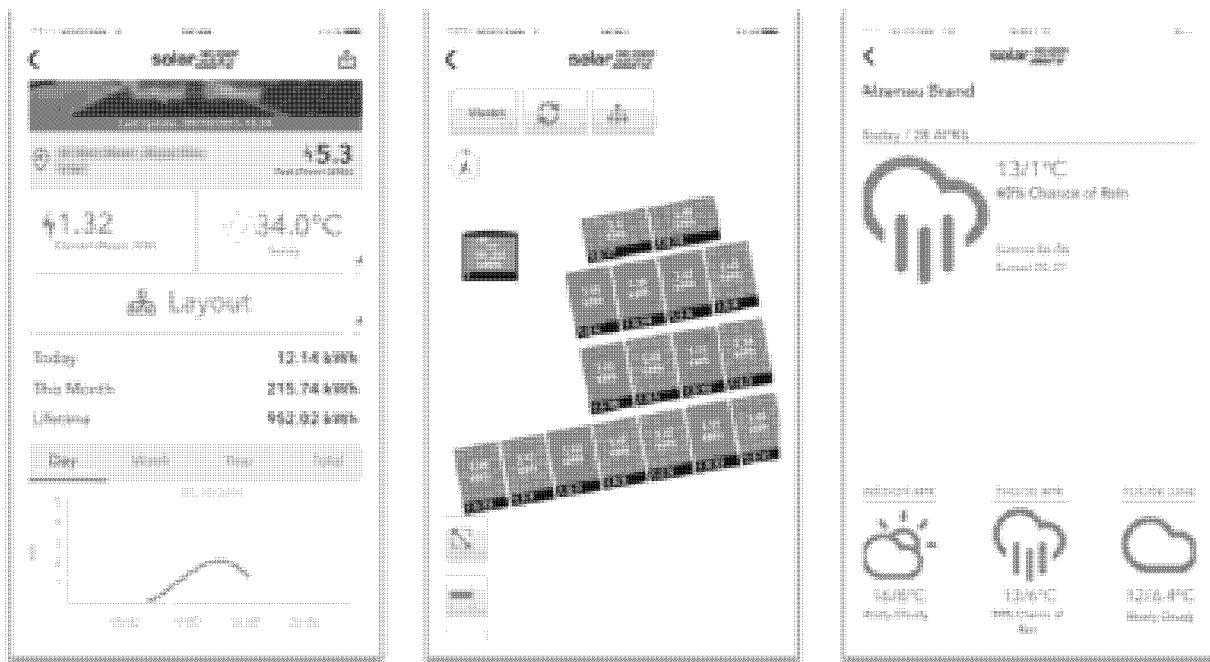


Рисунок 1.1 – Інтерфейс додатку для моніторингу MySolarEdge

1.3 Програмне забезпечення Sense Home Energy Monitor

Sense Home Energy Monitor – це інноваційний пристрій, призначений для моніторингу та управління енергоспоживанням у вашому домі. Цей пристрій допомагає користувачам краще розуміти, як використовується електроенергія в їхньому будинку, та знаходити можливості для економії.

Sense Home Energy Monitor встановлюється в електричному щитку вашого будинку і підключається до домашньої електромережі. Після встановлення пристрій починає збирати дані про енергоспоживання всіх електричних пристроїв у вашому домі. За допомогою алгоритмів машинного навчання Sense може розпізнавати унікальні електричні сигнатури різних пристроїв, таких як холодильники, пральні машини, кондиціонери та багато інших.

Програмне забезпечення Sense надає користувачам доступ до інформації через мобільний додаток. У реальному часі ви можете бачити, які пристрої споживають електроенергію, скільки саме, та коли вони працюють. Це дозволяє

користувачам ідентифікувати енерговитратні пристрої і приймати рішення щодо зниження споживання енергії.

Sense Home Energy Monitor надає детальні звіти та аналітику про ваше енергоспоживання. Ви можете переглядати історичні дані для будь-якого періоду, що дозволяє аналізувати тренди споживання енергії. Додаток також надає можливість встановлювати сповіщення про незвичайне споживання, що може вказувати на несправності або нераціональне використання енергії.

Одна з ключових функцій Sense – це виявлення аномалій. Пристрій може сповіщати вас про незвичне або надмірне використання енергії, що дозволяє вчасно реагувати і запобігати можливим проблемам.

Sense Home Energy Monitor може інтегруватися з іншими розумними пристроями у вашому домі, такими як системи розумного освітлення, термостати та інші системи управління енергією. Це дозволяє створювати комплексні рішення для оптимізації енергоспоживання та підвищення енергоефективності вашого будинку.

Основною перевагою використання Sense є можливість зниження витрат на електроенергію. Користувачі можуть легко визначати, які пристрої споживають найбільше енергії, і вживати заходів для зменшення цього споживання. Крім того, Sense допомагає підвищити загальну ефективність використання енергії у вашому домі, що позитивно впливає на екологію.

Програмне забезпечення Sense також допомагає підвищити безпеку вашого будинку. Наприклад, виявлення аномального споживання може вказувати на можливі електричні проблеми, які можуть призвести до пожежі або інших небезпечних ситуацій.

Використовуючи Sense Home Energy Monitor, користувачі можуть більш свідомо ставитися до споживання енергії та приймати обґрунтовані рішення щодо її оптимізації (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Інтерфейс моніторингового додатку ЕМА

1.4 Програмне забезпечення Smarree

Smarree – це інноваційне програмне забезпечення, яке дозволяє користувачам ефективно моніторити енергоспоживання у своїх домівках і комерційних будівлях. Додаток працює у поєднанні зі спеціальними датчиками, які встановлюються в електричній панелі, та надає детальну інформацію про використання електроенергії.

Smarree надає користувачам можливість бачити, які пристрої споживають найбільше енергії, допомагаючи визначати неефективні або занадто енерговитратні прилади. Завдяки цьому, користувачі можуть знижувати свої витрати на електроенергію та оптимізувати використання ресурсів.

Програма дозволяє відстежувати енергоспоживання в режимі реального часу, надаючи дані через зручний мобільний додаток або веб-портал. Це дозволяє миттєво отримувати інформацію про споживання та приймати відповідні

рішення для економії енергії. Крім того, Smarpee надає історичні дані, що допомагає аналізувати тренди використання енергії протягом різних періодів часу.

Однією з важливих функцій Smarpee є здатність ідентифікувати окремі прилади за їхнім унікальним енергетичним підписом. Це дозволяє не тільки бачити загальне споживання, але й розуміти, які саме пристрої вмикаються та вимикаються, що значно підвищує точність моніторингу.

Smarpee також підтримує інтеграцію з іншими системами розумного дому. Наприклад, програма може синхронізуватися з системами автоматизації для керування освітленням, опаленням та іншими системами, що дозволяє ще більше підвищити енергоефективність будівлі (рис. 1.3).

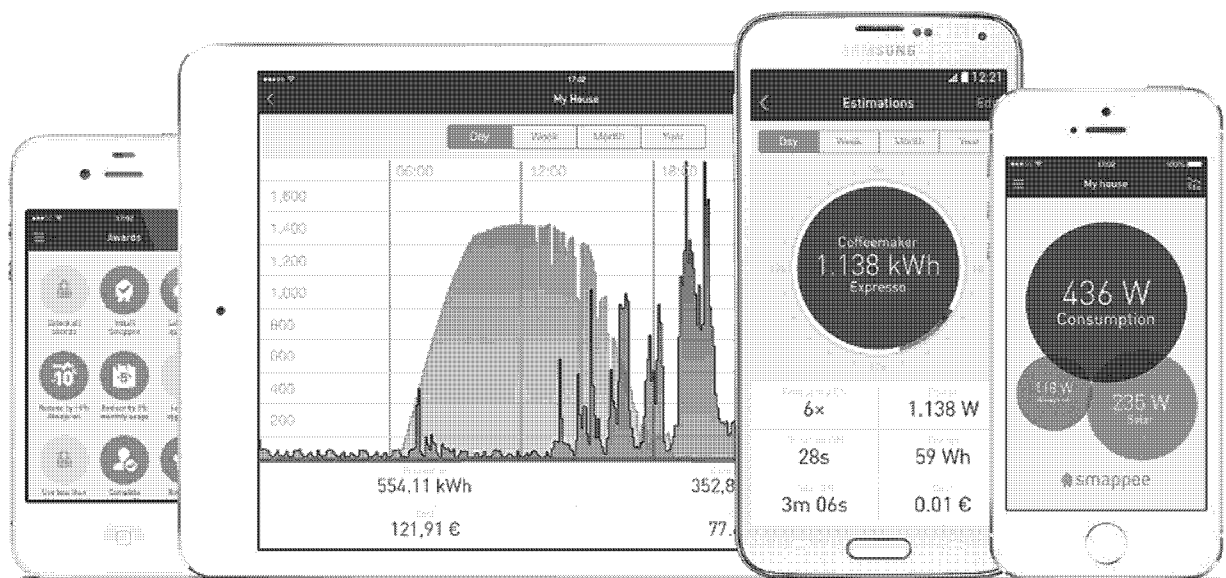


Рисунок 1.3 – Інтерфейс мобільної версії додатку Smarpee

Програмне забезпечення також надає користувачам можливість налаштовувати сповіщення про значні зміни у споживанні енергії. Це може бути корисно для виявлення проблем або несправностей у роботі електроприладів.

Smarpee надає аналітичні інструменти для більш глибокого розуміння використання енергії. Завдяки цим інструментам користувачі можуть робити висновки про ефективність енергоспоживання та вживати заходів для його

покращення. Наприклад, додаток може рекомендувати зміни у поведінці або модернізацію обладнання для зниження витрат.

Загалом, Smarpee є потужним інструментом для моніторингу та управління енергоспоживанням, що допомагає користувачам не тільки знижувати витрати на електроенергію, але й робити свій внесок у збереження навколишнього середовища.

1.5 Програмне забезпечення Enphase Enlighten

Enphase Enlighten - це інтелектуальна платформа для моніторингу сонячних панелей та систем фотоелектричної енергії, розроблена компанією Enphase Energy. Ця платформа надає власникам сонячних систем та інсталяторам доступ до даних щодо продуктивності та ефективності їх сонячних установок в реальному часі.

Enphase Enlighten пропонує різноманітні функції та можливості:

1. **Реальний час моніторингу:** Власники систем можуть переглядати продуктивність своїх сонячних панелей в реальному часі, включаючи потужність виробленої енергії та рівень виробництва кожного модуля.
2. **Аналіз даних:** Платформа надає інструменти для аналізу даних, що дозволяє власникам систем зрозуміти, як їх сонячні установки працюють з часом та в різних умовах.
3. **Моніторинг енергопостачання:** Enlighten дозволяє власникам систем контролювати виробництво та споживання електроенергії, а також взаємодіяти з сіткою.
4. **Дистанційне керування:** Платформа дозволяє віддалено керувати системою, включаючи відключення та перезавантаження панелей чи моніторів.

5. Сповіщення та повідомлення: Enlighten надає можливість налаштувати сповіщення про будь-які проблеми або несправності, що допомагає оперативно вирішувати проблеми.

Enphase Enlighten є важливим інструментом для власників сонячних систем, який допомагає забезпечити ефективну та надійну роботу їх установок, а також заощаджує час та кошти на обслуговуванні та підтримці системи (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Інтерфейс додатку для моніторингу систем
Enphase Enlighten App

РОЗДІЛ 2 ПОРІВНЯННЯ ТА ВИБІР ХМАРНИХ ПЛАТФОРМ ІОТ

Для практичних досліджень та подальшого їх порівняння було обрано такі 4 IoT хмарні платформи: Blynk, IBM Watson, Azure IoT Suite, AWS IoT Core. Порівняння проводилося за такими критеріями:

- Ідентифікатор пристрою: управління унікальними ідентифікаторами пристроїв.
- Автентифікація пристрою: можливість підключитися, лише якщо доступний ключ API. Автентифікація за допомогою ключа API є надійним та ефективним методом забезпечення безпеки в системах автоматизації. Вона дозволяє захистити систему від несанкціонованого доступу та забезпечити стабільну і безпечну роботу теплової помпи в умовах віддаленого керування.
- Керування пристроєм: управління метаданими пристрою та виконання таких операцій, як перезапуск пристрою та оновлення програмного забезпечення.
- Управління та керування: надсилання повідомлення на пристрій із хмари, щоб спонукати пристрій виконувати дії.
- Правила та дії: можливість виконувати дії на основі правил, які застосовуються до даних, які платформа отримує від пристрою.
- Візуалізація даних: виведення основних характеристик обладнання, різноманітних діаграм на основі даних та інших засобів візуалізації даних.
- Події пристрою: події, які може викликати пристрій, наприклад підключення та відключення пристрою. Коли пристрій підключається до системи, генерується подія підключення. Це дозволяє системі ідентифікувати новий пристрій, встановити зв'язок та розпочати обмін даними. Подія підключення може включати інформацію про тип пристрою, його ідентифікатор, статус та інші важливі параметри.
- Інтелектуальна аналітика: хмарна аналітика даних пристрою дозволяє передбачити, коли мають відбутися певні дії. Наприклад, аналізуючи

телеметричний двигун літака, вам потрібно визначити, коли двигун потребує технічного обслуговування.

2.1 Хмарна платформа IBM Watson IoT

Платформа Watson IoT дозволяє комплексно керувати IoT і приймати кращі бізнес-рішення [9] і надає таку можливість:

- Управління пристроєм. Використовуючи службу керування пристроєм, є можливість надсилати команди для виконання операцій із пристроєм, таких як перезавантаження чи оновлення мікропрограми, отримання діагностики пристрою та метаданих, а також додавання та видалення пристроїв.

- Масштабована комунікація та хороша швидкість реагування. Для підключення пристроїв і програм використовується промисловий стандарт MQTT (схвалений OASIS). MQTT призначений для ефективного обміну даними з пристроями в режимі реального часу.

- Безпечний зв'язок. Надає можливість безпечно отримувати дані та відправляти команди на пристрій. Це робиться за допомогою MQTT з TLS для захисту всіх комунікацій між пристроями та службами.

- Зберігання та доступ до даних. Окрім доступу до даних у режимі реального часу з пристрою, є також можете вибрати збереження даних протягом певного періоду часу, дозволяючи отримати доступ як до даних, що зберігаються на пристрої, так і до даних у реальному часі.

- Потужна мережева панель інструментів. Надає потужну веб-панель, яка є гнучкою, масштабованою та простою у використанні.

Схематична діаграма платформи IBM Watson IoT показана на рисунку 2.1. Дані з пристрою безпечно надсилаються за допомогою протоколу MQTT на платформу IBM Watson IoT, де користувач може додати та налаштувати пристрій,

щоб додатки мали доступ до його даних. Потім є можливість підключити свою програму за допомогою REST і API реального часу.

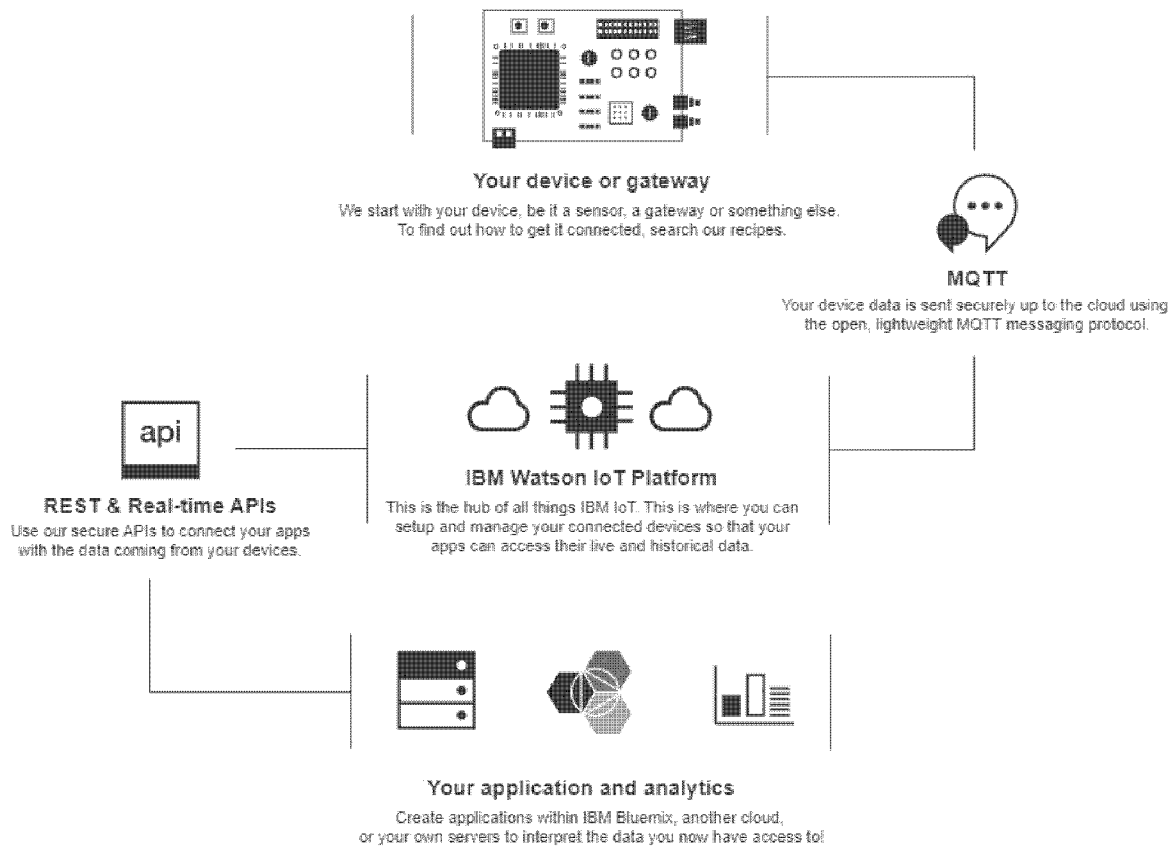


Рисунок 2.1 – Схема роботи платформи IBM Watson IoT

Платформа надає гнучку, масштабовану та просту у використанні функціональну веб-панель, як показано на рисунку 2.2.

Веб-панель дозволяє створювати вкладки та віджети на цих вкладках для відстеження даних пристрою. На рисунку 2.2 показано віджет, що містить лінійний графік даних, отриманих від віртуального пристрою `weather_device1024`, який передає температуру (Temperature), вологість (Humidity) і рівень освітлення (Light). Підтримуються такі віджети:

- Загальна візуалізація - значення одного або кількох наборів даних.
- Лінійна діаграма – прокручувана діаграма в режимі реального часу з одним або кількома наборами даних.

- Вимірне значення - значення набору даних, що відображається як вимірне значення. Використовуйте меню «Налаштування», щоб за бажанням встановити порогові значення для нижнього, середнього та верхнього діапазонів значень.
- Гістограма – значення параметрів даних у позначених стовпцях. За допомогою меню «Налаштування» користувач може вибрати горизонтальну або вертикальну орієнтацію своїх стовпців.
- Секторна діаграма - два або більше наборів даних, представлених колами.
- Кругова діаграма — значення одного або кількох наборів даних.
- Інформація про пристрій - основна інформація про пристрій.
- Властивості пристрою — конкретні властивості одного чи кількох пристроїв.
- Карта пристрою – розташування пристрою в списку пристроїв.
- Усі властивості пристрою — усі властивості для одного чи кількох пристроїв.
- Список пристроїв - список для відстеження кількох пристроїв. Цей список можна використовувати як джерело даних для інших карток.

Користувач може створити схему типу пристрою та зв'язати властивості пристрою, а потім створити правила, які запускатимуться на основі значень даних у властивостях пов'язаного пристрою.

Також є можливість створювати правила та дії. Правила — це умови на основі умов, які зіставляють показники пристрою в реальному часі з попередньо визначеними пороговими значеннями або іншими даними атрибутів, щоб у разі виконання умов запускалися сповіщення. На додаток до сповіщень, які відображаються на інформаційній панелі платформи Watson IoT Platform, додається одна або кілька дій для запуску бізнес-логіки під час запуску правила.

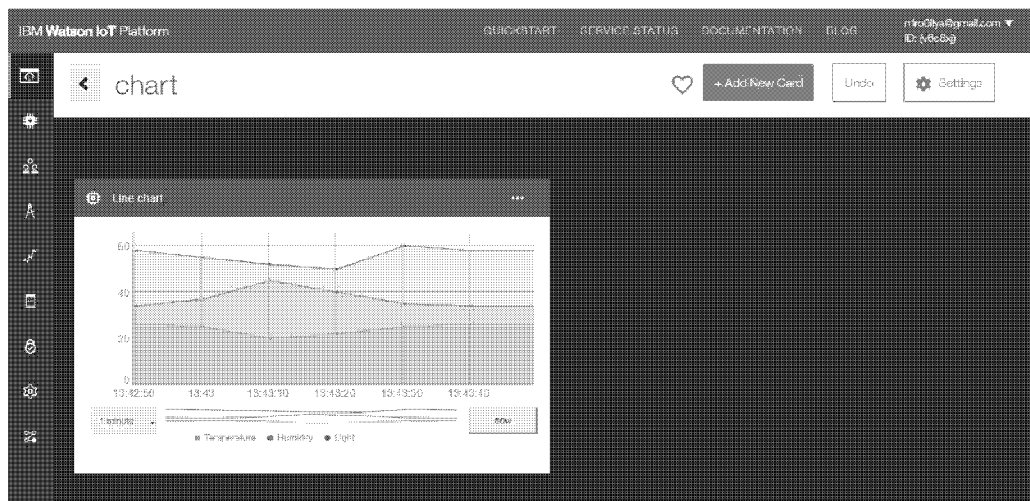


Рисунок 2.2 – Веб-панель інструментів

Умови додаються в паралельні рядки, щоб застосувати їх як умови OR, або їх можна додати в послідовні стовпці, щоб застосувати їх як умови AND.

Наступні приклади:

- Просте правило може викликати попередження, коли значення параметра перевищує вказане значення: $\text{Condition} = \text{temp_cpu} > 80$
- Більш складні правила можна використовувати, якщо виконується комбінація порогових значень: $\text{Умова} = \text{temp_cpu} > 60 \text{ I } \text{cpu_load} > 90$

Виклик умови, яка порівнює дві або більше властивостей, або виклик умови порівняння, яка об'єднує дві або більше властивостей за допомогою I, запускає передачу даних в одному повідомленні пристрою. Умовні або безперервні умови не запускаються, якщо дані отримано в кількох повідомленнях.

2.2 Хмарна платформа AWS IoT Core

AWS IoT Core — це керована хмарна платформа, яка дозволяє підключеним пристроям легко та безпечно взаємодіяти з хмарними програмами та іншими пристроями. AWS IoT Core підтримує мільярди пристроїв і трильйони повідомлень, надійно та безпечно обробляючи та направляючи їх на адреси AWS

та інші пристрої. Завдяки AWS IoT Core ваші програми зможуть постійно контролювати та взаємодіяти з усіма пристроями, що використовуються, навіть якщо вони офлайн.

AWS IoT Core спрощує використання таких сервісів AWS, як AWS Lambda, Amazon Kinesis, Amazon S3, Amazon Machine Learning, Amazon DynamoDB,

Amazon CloudWatch, AWS CloudTrail і Amazon Elasticsearch — це сервіси з вбудованою інтеграцією з платформою Kibana, які дозволяють створювати IoT-додатки для збору, обробки, аналізу та виконання дій на основі даних, створених підключеними пристроями, без необхідності керувати будь-якою інфраструктурою.

Надає такі можливості:

- Підключайте пристрої та керуйте ними. AWS IoT Core дозволяє легко підключати пристрої до хмари або між пристроями, як показано на рисунку 2.4.
- AWS IoT Core підтримує HTTP, WebSocket і спрощений протокол зв'язку MQTT, який спеціально розроблений для підтримки нестабільних з'єднань, зменшення кількості коду, що передається на пристрій, і роботи в мережах з низькою пропускнуою здатністю.
- AWS IoT Core також підтримує інші стандартні та спеціальні протоколи, забезпечуючи взаємодію між пристроями, навіть якщо вони використовують різні протоколи.

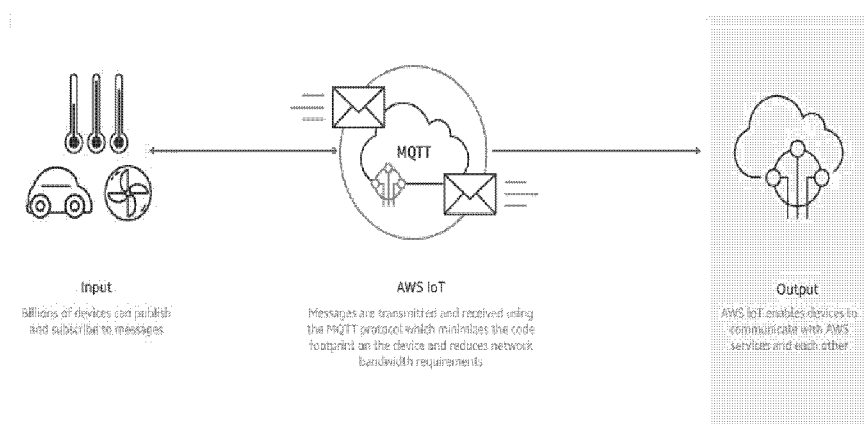


Рисунок 2.3 – Взаємодія пристроїв з хмарою

Безпека підключення та даних. AWS IoT Core забезпечує автентифікацію та наскрізне шифрування в усіх точках підключення, як схематично показано на рисунку 2.5. Тому будь-який обмін даними між пристроєм і AWS IoT Core відбувається лише після автентифікації. Крім того, ви можете забезпечити безпечний доступ до своїх пристроїв і програм, застосовуючи чітко налаштовані політики дозволів.

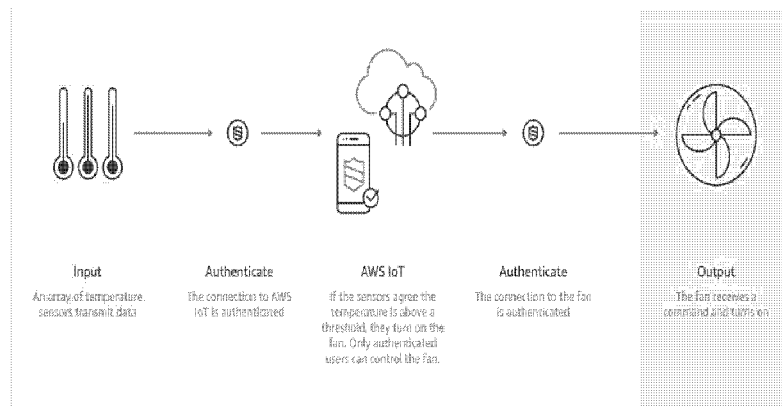


Рисунок 2.4 – Автентифікація між усіма точками підключення

Зчитування та змінення статусу пристрою в будь-який час. AWS IoT Core зберігає останній стан пристрою, дозволяючи прочитати або встановити цей стан у будь-який час. Це дозволяє програмі виявляти пристрій так, ніби він завжди був підключений. Це означає, що програми можуть зчитувати стан пристрою, навіть коли пристрій офлайн, а також дозволяє встановити стан пристрою, який буде застосовано під час наступного підключення, приклад показано на рисунку 2.5.

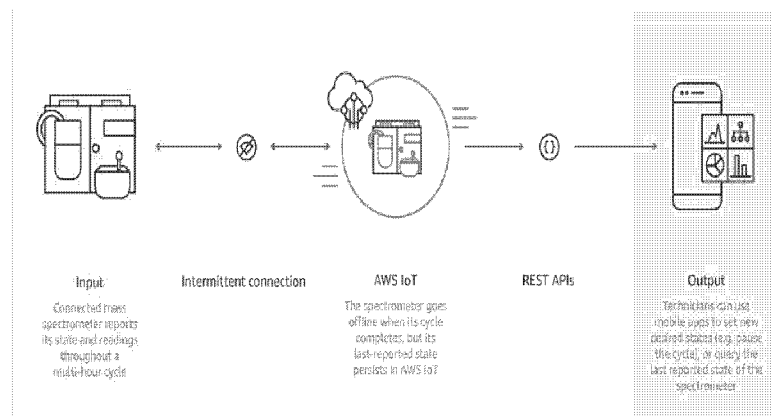


Рисунок 2.5 – Зчитування і настройка стану пристроїв

2.3 Хмарна платформа Azure IoT Suite

На жаль, хмарна платформа Azure IoT Suite розглядалася лише теоретично через відсутність безкоштовних планів для тестування функціональності та можливостей платформи.

Швидке підключення та розширення. Дозволяє використовувати попередньо налаштовані рішення, додавати нові пристрої та підключати наявні пристрої за допомогою SDK для кількох платформ, включаючи Linux, Windows і живі системи. Легко масштабується від кількох датчиків до мільйонів одночасно підключених пристроїв.

Аналіз і дії на основі невикористаних даних. Збирає раніше невикористані дані з пристроїв і датчиків і надає можливість візуалізувати й обробляти ці дані за допомогою вбудованих інструментів. Використовуйте синтаксис на основі SQL, щоб налаштувати аналітику в реальному часі масштабованим, ефективним і еластичним способом без необхідності керувати складною інфраструктурою та програмним забезпеченням. Існує величезна бібліотека алгоритмів для розширення прогнозу аналітики, аналітики та рішень машинного навчання в реальному часі шляхом інтеграції коду з таких мов, як R і Python, безпосередньо в робочий простір.

Інтеграція Azure IoT Suite. Легко інтегрує з такими системами та програмами, як Salesforce, SAP, Oracle Database і Microsoft Dynamics, щоб полегшити доступ до даних і підтримувати різні системи. Використовує механізм мобільних сповіщень, щоб обробляти мільйони різнорідних сповіщень пристроїв з меншими зусиллями розробки. Підтримує створення мобільних і веб-додатків, які інтегруються зі сторонніми веб-інтерфейсами та веб-інтерфейсами Microsoft, а також дозволяє створювати власний безпечний веб-інтерфейс за допомогою OAuth 2.0.

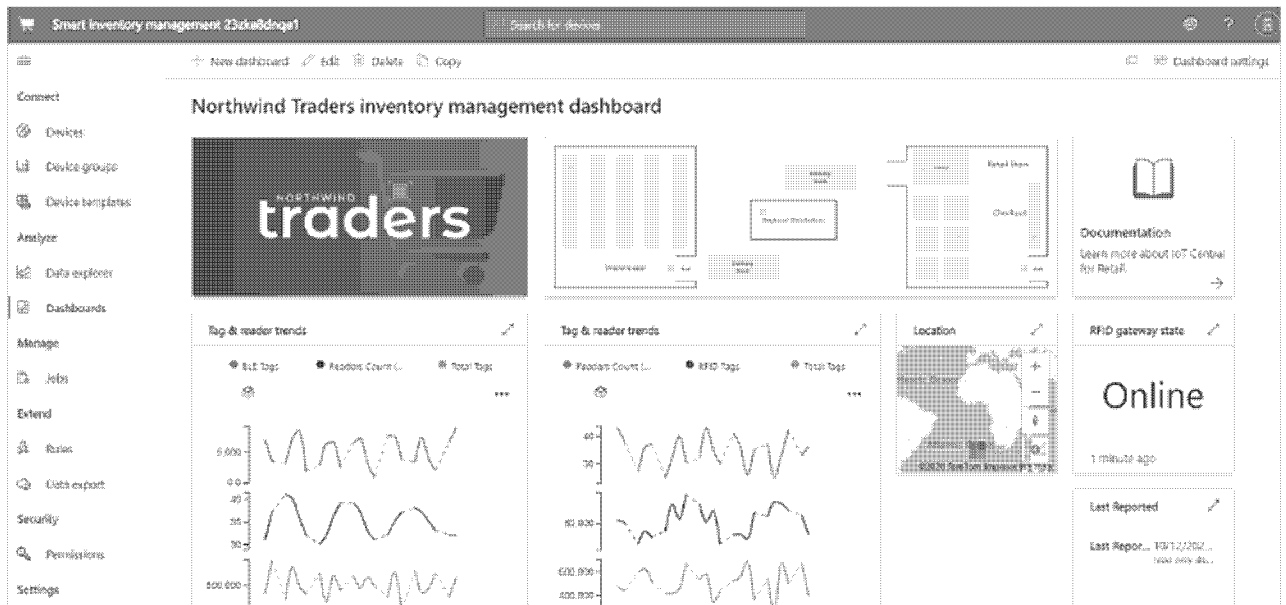


Рисунок 2.6 – Зчитування і настройка стану пристроїв у Azure IoT Suite

Надає можливість автентифікації для кожного пристрою. Дозволяє встановлювати окремі ідентифікатори та облікові дані для кожного підключеного пристрою та зберігати конфіденційність повідомлень «хмара-пристрій» і «пристрій-хмара». Він також надає можливість вибірково скасовувати доступ до певних пристроїв для забезпечення цілісності системи.

2.4 Хмарна платформа Blynk

Blynk виступає як потужна платформа для розробки та управління IoT проектами, надаючи прості у використанні інструменти для розробників різного рівня.

Blynk — це універсальна веб-платформа, яка дозволяє розробникам створювати мобільні додатки для управління IoT пристроями. Платформа була створена з метою спростити процес розробки та впровадження IoT проектів, надаючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і потужні інструменти для моніторингу та управління.

Однією з головних переваг Blynk є її гнучкість і підтримка широкого спектра апаратних платформ. Це дозволяє розробникам використовувати різні типи обладнання, такі як Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32, та інші. Платформа надає можливість створювати прототипи швидко і ефективно, що особливо важливо для стартапів та інноваційних проєктів.

Blynk пропонує широкий спектр функцій, які роблять її однією з найпотужніших платформ для IoT розробок.

Однією з ключових функцій Blynk є можливість створювати мобільні додатки для управління IoT пристроями. Використовуючи простий і зручний інтерфейс, розробники можуть додавати різні віджети (кнопки, слайдери, графіки), які забезпечують взаємодію з апаратними компонентами. Це дозволяє створювати додатки без необхідності глибоких знань програмування мобільних додатків.

Blynk підтримує різні апаратні платформи, що робить її надзвичайно гнучкою. Розробники можуть використовувати популярні плати, такі як Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32, а також інші мікроконтролери та одноплатні комп'ютери. Це дозволяє легко інтегрувати Blynk у вже існуючі проєкти або розробляти нові рішення з нуля.

Платформа Blynk пропонує хмарний сервер, де зберігаються всі дані, необхідні для роботи додатків. Це забезпечує високу надійність і доступність, а також дозволяє розробникам не турбуватися про інфраструктуру. Крім того, Blynk надає API для інтеграції з іншими сервісами, що розширює можливості використання платформи.

Для тих, хто бажає більшої конфіденційності або специфічних налаштувань, Blynk також пропонує можливість розгортання власного локального сервера. Це особливо корисно для підприємств, які хочуть зберігати дані локально та мати повний контроль над інфраструктурою.

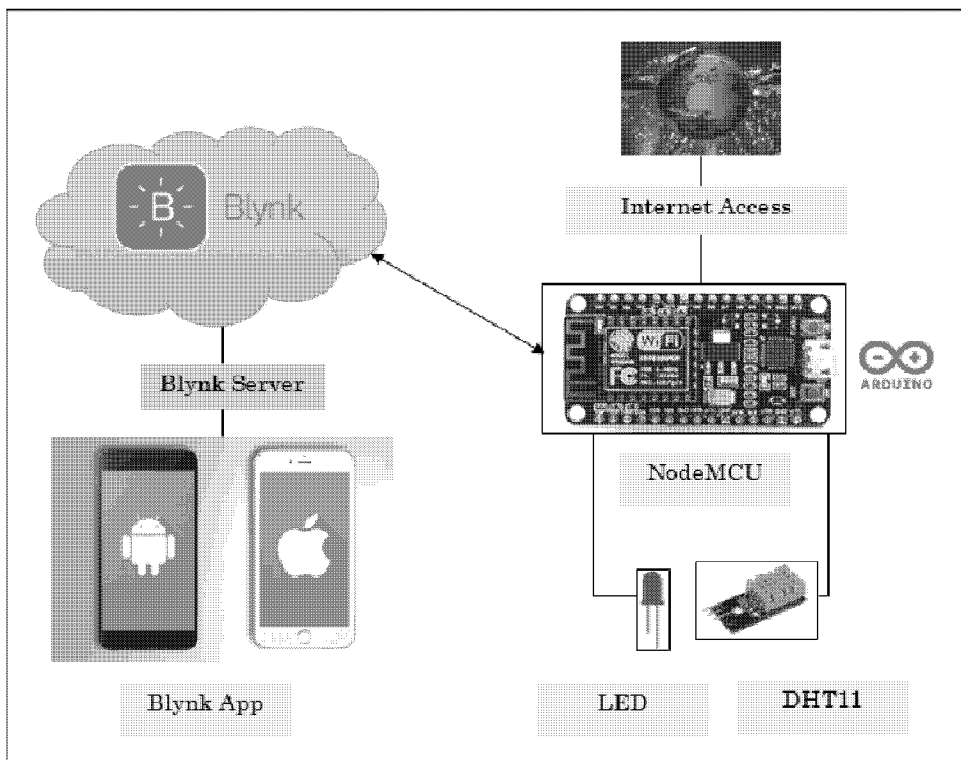


Рисунок 2.7 – Структура IoT проекту на платформі Blynk

Blynk дозволяє легко масштабувати проекти від простих прототипів до комерційних продуктів. Платформа підтримує велику кількість пристроїв і користувачів одночасно, що робить її придатною для використання в широкому спектрі застосувань, від домашніх проектів до промислових рішень.

Однією з важливих функцій Blynk є можливість налаштовувати автоматичні дії та сценарії. Це дозволяє створювати складні системи автоматизації, які реагують на різні умови та події. Наприклад, можна налаштувати систему так, щоб вона автоматично вмикала освітлення при заході сонця або регулювала температуру в залежності від погодних умов.

Процес роботи з Blynk включає кілька основних етапів:

1. Підключення Апаратного Забезпечення: Першим кроком є підключення вибраного IoT-пристрою до Інтернету. Це можна зробити за допомогою спеціальних бібліотек Blynk, які встановлюються на мікроконтролери.

2. Створення Проекту: У мобільному додатку Blynk створюється новий проект, де користувачі можуть додавати віджети та налаштовувати з'єднання з

апаратним забезпеченням. Це дозволяє легко налаштовувати інтерфейс користувача та взаємодію з пристроями.

3. Програмування: Наступним етапом є написання програми для пристрою, яка буде обробляти дані від Blynk та виконувати необхідні дії. Blynk надає простий API, який полегшує процес програмування та інтеграції.

4. Моніторинг та Управління: Після завершення налаштування користувачі можуть у реальному часі моніторити стан своїх пристроїв і керувати ними через мобільний додаток. Це дозволяє отримувати актуальну інформацію та швидко реагувати на зміни.

Blynk має широке застосування у різних сферах. Воно підходить як для простих домашніх проєктів, так і для складних промислових рішень. Наприклад, платформа може бути використана для автоматизації домашніх систем освітлення, опалення, кондиціонування повітря та безпеки. У промисловості Blynk може використовуватися для моніторингу стану обладнання, управління виробничими процесами та збору даних для аналізу.

Найчастіше використовують Blynk в створенні систем "розумного дому". Завдяки простому інтерфейсу та широкій підтримці різних пристроїв, користувачі можуть легко налаштовувати свої домашні системи та керувати ними через мобільний додаток. Наприклад, можна налаштувати автоматичне вмикання і вимикання світла, контроль температури в приміщенні, управління системою поливу та багато іншого.

У промисловому секторі Blynk дозволяє створювати ефективні системи моніторингу та управління. Наприклад, можна розробити систему для моніторингу стану виробничого обладнання, яка буде автоматично надсилати сповіщення у разі виявлення проблем. Це дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів і знизити витрати на обслуговування.

Blynk також використовується в освітніх проєктах для навчання студентів основам програмування та автоматизації. Завдяки простому інтерфейсу та потужним функціям, платформа є ідеальним інструментом для демонстрації принципів роботи IoT систем і розробки власних проєктів.

Blynk є потужною та універсальною платформою для розробки і управління IoT проектами. Вона надає розробникам прості у використанні інструменти для створення мобільних додатків, підтримує широкий спектр апаратних платформ, забезпечує надійний хмарний сервер і дозволяє легко масштабувати проекти. Завдяки своїй гнучкості та потужним функціям, Blynk є ідеальним вибором для створення прототипів і впровадження IoT рішень у різних сферах.

Платформа надає всі необхідні інструменти для швидкої і легкої розробки, що дозволяє розробникам зосередитися на своїх проектах і не турбуватися про технічні деталі. Blynk має широке застосування, від домашніх проектів до промислових рішень, і підходить як для початківців, так і для досвідчених розробників.

2.5 Порівняння функціональних можливостей та специфіки використання розглянутих хмарних платформ

На основі проведеного дослідження можна зробити порівняння проаналізованих платформ на основі запропонованих функцій, зображено в таблиці 2.1. Введено -, якщо функція не існує, або +, якщо вона існує.

Надані функції:

- Ідентифікатор пристрою: керуйте унікальними ідентифікаторами пристроїв.
- Автентифікація пристрою: ви можете підключитися, лише якщо доступний ключ API.
- Керування пристроєм: керуйте метаданими пристрою та виконуйте такі операції, як перезапуск пристрою та оновлення програмного забезпечення.
- Управління та керування: надсилайте повідомлення на пристрій із хмари, щоб спонукати пристрій виконувати дії.

- Правила та дії: можливість виконувати дії на основі правил, які застосовуються до даних, які платформа отримує від пристрою.
- Візуалізація даних: інструменти візуалізації даних, такі як отримання основних характеристик пристрою з даних, різних типів графіків і діаграм.
- Події пристрою: події, які може викликати пристрій, наприклад підключення та відключення пристрою.
- Інтелектуальна аналітика: хмарна аналітика даних пристрою дозволяє передбачити, коли мають відбутися певні дії. Наприклад, аналізуючи телеметричний двигун літака, вам потрібно визначити, коли двигун потребує ремонту.

Таблиця 2.1 – Порівняння функціоналу IoT хмарних платформ

Функціонал	IBM Watson IoT	Blynk	AWS IoT Core	Azure IoT Suite
Ідентифікатор пристрою	+	+	+	+
Правила та дії	+	+	+	+
Аутентифікація пристрою	+	+/-	+	+
Інтелектуальна аналітика	+	+/-	+	+
Управління пристроями	+	+	+	+
Команди та керування	+	+	+	+
Візуалізація даних	+	+	+	+
Події пристрою	+	+	+	+

Усі 4 платформи можуть передавати дані через MQTT, HTTP, WEBSockets, але лише IBM Azure IoT Suite підтримує AMQP, а в Sap IoT зазвичай потрібно

надати власного брокера MQTT і налаштувати для нього автентифікацію. AWS IoT Core має найбільшу кількість сервісів, які можна інтегрувати, тоді як IBM Watson IoT має найбільшу кількість сервісів, які можна інтегрувати негайно. Серед безлічі варіантів мов програмування, доступних для спрощення створення додатків на платформі, найкращим рішенням є IBM Azure IoT Suite з надбудовою .Net, UWP (Universal Windows Platform).

Завдяки потужній веб-панелі інструментів, побудованій прямо з коробки, Blynk має перевагу, оскільки збереження даних, візуалізація даних, велика кількість графіків і діаграм різних типів, відображення стану пристрою, впровадження правил сповіщень і виконання дій вже є. настроюється на панелі. Все, що потрібно зробити користувачеві, це зробити вибір за допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, який має виглядати так, як на малюнку 2.8. Не потрібно витрачати багато часу на підключення цих сервісів, ці сервіси доступні на всіх хмарних платформах IoT, але потребують налаштування. Тому новачкам найкраще підійде платформа Blynk. Онлайн-агенти також створюються платформами, які мають автентифікацію, налаштовану в AWS IoT Core та Azure IoT Suite.



Рисунок 2.8 – Мобільна веб-панель інструментів

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВОЮ ПОМПЮЮ

3.1 Аналіз вхідних параметрів

Оскільки ця кваліфікаційна робота є II частиною комплексного проєкту то перед початком безпосереднього створення системи віддаленого керування слід детально проаналізувати початкові умови та набір вхідних параметрів.

Інформація щодо типу та функціоналу задіяних у проєкті змінних (параметрів) відображена у табл. 3.1 та табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця програмних змінних та періодичність їх оновлення

Параметр	Ім'я змінної	Тип даних	Періодичність оновлення
Температура	tempInRoom	float	10 хв
Температура	tempInOutside	float	10 хв
Температура	tCistern	float	1 хв
Температура	tInput	float	1 хв
Температура	tOutput	float	1 хв
Температура	tInput	float	1 хв
Температура	tOutput	float	1 хв
Температура	tCompressor	float	1 хв
Витрата	vInput	float	24 год
Витрата	vOutput	float	24 год

Таблиця 3.2 – Зведена таблиця контрольованих параметрів системи та їх граничних значень

Назва датчика	Контрольований параметр	Допустимі значення	Дія при перевищенні	Дія при пониженні
T1	Температура ззовні	-20...+35	-	-
T2	Температура В приміщенні	+16...+25	Ввімкнути охолодження	Ввімкнути нагрів
T3	Температура бака	+30...+60	Ввімкнути циркуляцію опалення, вимкнути ТПУ	Вимкнути циркуляцію опалення, ввімкнути ТПУ
T4	Температура Вхідного потоку К (на випарнику)	+5...+12	-	-
T5	Температура Вихідного потоку К (на випарнику)	+2...+8	-	-
T6	Температура компресора	+40...+120	Вимкнути компресор (перевантаження)	-
T7	Температура Вхідного потоку В (на конденсаторі)	+20...+40	Вимкнути циркуляцію опалення, ввімкнути компресор	Ввімкнути циркуляцію опалення, вимкнути компресор
T8	Температура Вихідного потоку В (на конденсаторі)	+25...+60	Вимкнути циркуляцію опалення, ввімкнути компресор	Ввімкнути циркуляцію опалення, вимкнути компресор
U1	Напруга	180...250	Вимкнути живлення компресора, автоматика має бути ввімкнена	Вимкнути живлення компресора, автоматика має бути ввімкнена
I1	Струм	0-20	Вимкнути живлення компресора	-
V1	Витрата Вхідна (грунтовий контур)	2700 л/год	-	При пониженні до 0, вимкнути компресор, сформувати сигналізацію
V2	Витрата Вихідна (контур ТПУ-бак-акумулятор)	500 стабільно	-	При пониженні до 0, вимкнути компресор, сформувати сигналізацію

Як видно з наведених даних мікропроцесор оперує 11 функціональними змінними, кожна з яких має власний період оновлення. Значення деяких з цих змінних отримуються безпосередньо з цифрового чи аналогового контакту, а от покази температури надходять через шину 1-Wire, що обумовлює необхідність їх програмного перетворення. Оскільки безкоштовна підписка на платформі Blynk.io дозволяє одночасно використовувати лише 5 потоків даних, то виведення та контроль одразу усіх параметрів стає неможливим. Проте на кількість вихідних даних не накладаються жодні обмеження, тому не виникатимуть ускладнення з реалізацією функції контролю.

Такі об'єктивні обмеження вимагають визначення параметрів системи, що будуть зберігатись та візуалізуватись на хмарній платформі. Спираючись на поставлене завдання визначено п'ять параметрів, що будуть передаватись у хмару: температура у приміщенні, температура на вулиці, температура накопичувального баку, вхідна напруга мережі, витрата теплоносія у вхідному контурі.

Відображення кожного з цих параметрів у хмарній платформі показано на рис. 3.1. Усі потоки даних у Blynk поділяються на 4 групи: цифрові піни, аналогові піни, віртуальні піни та перерахунок. Для усіх параметрів проекту визначено тип «віртуальний пін», оскільки жодне з контрольованих значень не визначається мікроконтролером безпосередньо. Температура визначається за правилами протоколу 1-Wire, значення напруги надходить з комбінованого датчика у зашифрованому форматі, а покази витратоміра отримуються шляхом підрахунку та подальшого усереднення переривань. Також для кожної змінної встановлено максимальне та мінімальне значення і допустимий крок зміни на основі даних з табл. 3.2



Рисунок 3.1 – Налаштування потоків даних

Також для значення вхідної напруги визначено додаткову умову автоматизації, що забезпечує автоматичне відключення компресорної установки в разі виходу напруги живлення за межі допустимих значень ($230 \text{ В} \pm 10 \%$).

3.2 Підключення користувачів та розподіл ролей

Також до проекту підключено кількох користувачів та розподілено їх ролі (рис. 3.2, рис. 3.3). Через обмеження тарифного плану лише одна особа може виконувати роль адміністратора, усі інші підключаються як користувачі. При цьому деякі права неможливо надати користувачу, або забрати в адміністратора, тому для зручного доступу до системи усі розробники використовували один акаунт, а інший – для тестування.

У системах автоматизації та віддаленого керування, таких як системи управління тепловими помпами, важливим аспектом є ефективне підключення користувачів та розподіл ролей. Це забезпечує безпечний доступ до системи, дозволяє керувати різними рівнями доступу та функціональними можливостями для користувачів з різними повноваженнями.

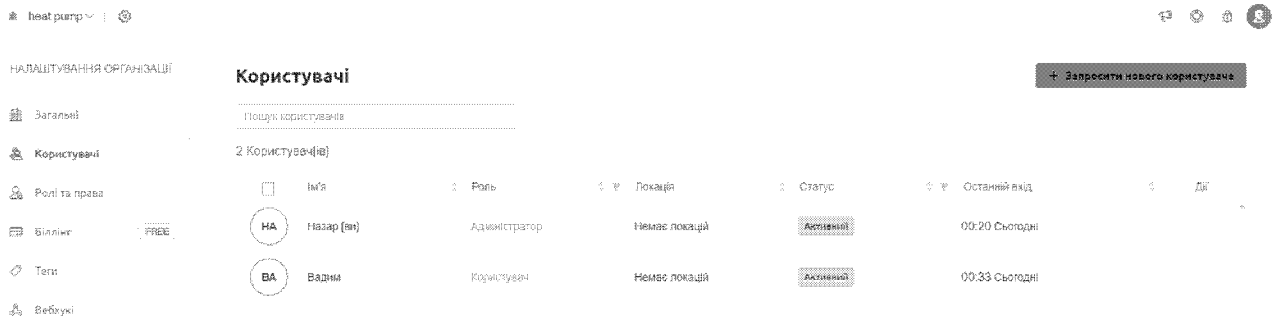


Рисунок 3.2 – Підключення користувачів до проекту

Правильне визначення та розподіл прав доступу дозволяє контролювати, хто і які дії може виконувати, запобігає несанкціонованому доступу та допомагає уникнути потенційних помилок чи зловживань.

Ролі та права

Дії

Згорнути все Розгорнути все

Адміністратор

1 користувач

Персонал

0 користувачів

Користувач

1 користувач

Пристрої

Власні пристрої

Дія	Адміністратор	Персонал	Користувач
Перегляд пристроїв	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Надати нові пристрої	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Редагувати пристрої	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Пристрої керування	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Видалити пристрої	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Перегляд журналу дій пристрою	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Видалити дані пристрою	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Завантажити звіти	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3.3 – Визначення прав доступу користувачів

3.3 Визначення режимів роботи системи

Для коректного оновлення даних та своєчасного інформування про технічний збій системи визначено три режими роботи системи: OnLine, OffLine та Inactive. Перший режим вказує, що система підключена активна і використовується. Другий режим сигналізує про тимчасову неактивність системи, а третій режим роботи вказує на теж, що система не виходила на зв'язок з хмарою занадто великий період часу (рис. 3.4).

Для кожного режиму налаштовано часовий інтервал реагування: 1 хвилина для режиму OffLine та 1 тиждень для режиму Inactive. Також визначено службові повідомлення, що надсилаються на персональну пошту учасників проєкту.

The image shows a configuration interface for system status modes. It is divided into three sections: Online, Offline, and Inactive.

- Online mode:**
 - Navigation: Загальні (selected), Повідомлення, Налаштування
 - ІМ'Я СТАТУСУ: Online
 - Відключено від сервера (disabled)
 - Чекати: 1 (Хвилини)
- Offline mode:**
 - Navigation: Загальні (selected), Повідомлення, Налаштування
 - ІМ'Я СТАТУСУ: Offline
 - Чекати: 1 (Тижні)
- Inactive mode:**
 - Navigation: Загальні (selected), Повідомлення, Налаштування
 - ІМ'Я СТАТУСУ: Inactive
 - ОПИС СТАТУСУ: Введіть опис (0 / 300)

Рисунок 3.4 – Налаштування режимів роботи системи

3.4 Проектування веб-інтерфейсу

Проектування веб-інтерфейсу є важливим етапом розробки систем автоматизації та віддаленого керування, оскільки саме через інтерфейс користувач взаємодіє з системою. Веб-інтерфейс забезпечує доступ до функцій і даних системи через інтернет, що дозволяє керувати пристроями та моніторити їхній стан з будь-якого місця та в будь-який час.

За допомогою меню віджетів створено шаблон веб-інтерфейсу керування тепловою помпою (рис. 3.5). Для його реалізації використано 2 світлодіоди, два перемикачі, два графіки та три секторні індикатори.

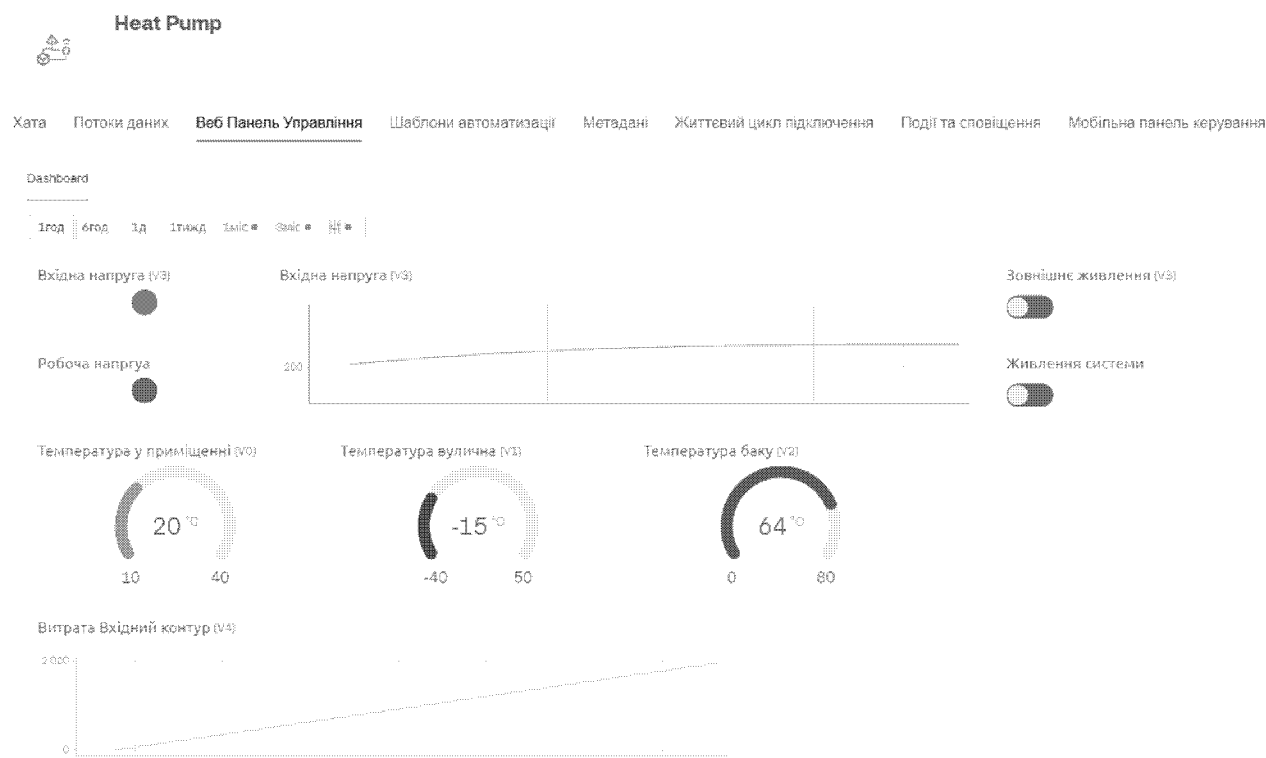


Рисунок 3.5 – Веб-інтерфейс системи віддаленого контролю та керування тепловою помпою

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних факторів, що впливають на програміста

Питання охорони праці людини необхідно вирішувати на всіх стадіях трудового процесу незалежно від виду професійної діяльності.

Забезпечення безпечних і здорових умов праці в значній мірі залежить від правильної оцінки небезпечних, шкідливих виробничих факторів. Однакові по складності зміни в організмі людини можуть бути викликані різними причинами. Це можуть бути фактори виробничого середовища, наприклад, шум і вібрація на робочому місці, надмірне фізичне і розумове навантаження, нервово-емоційна напруга, а також різне сполучення цих причин.

Аналіз умов праці показує, що у приміщенні на програміста можуть негативно впливати наступні фізичні та психофізіологічні фактори:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена іонізація повітря;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- нервово-психічні перевантаження (розумова перенапруга);
- фізичні перевантаження (одноманітна поза викликає статичну втому);

В таблиці 4.1 наведена карта умов праці програміста на робочому місці.

Таблиця 4.1 – Карта умов праці програміста на робочому місці

Чинники виробничого середовища і процесу праці	Значення чинника (ГДК, ГДР)		Тривалість дії чинника, в % за зміну	Оцінка факторів умов праці, бали
	Норма	Факт		
Температура повітря на робочих місцях в теплий період року Т, С	23-28	25	100	3
Відносна вологість повітря ф, %	61..75	66	100	3
Рівень шуму L, дБ А	60	58,7	100	3
Освітленість приміщення E, лк	300	330	50	1
Категорія зорових робіт, Зор.	Е	Д	100	2
Тривалість застережного спостереження, Дл., %	25..50	25	100	2
Кількість важливих об'єктів спостереження, Об, од.	5	24		4
Список порушень вимог безпеки	3			

Пропонується організувати робоче місце програміста наступним способом:

- висота над рівнем підлоги робочої поверхні, на якій працює програміст, повинна складати 720 мм. Бажано, щоб робочий стіл при необхідності можна було регулювати по висоті в межах 680-780мм;

- оптимальний розмір поверхні столу 1600 x 1000 мм. Під столом повинен бути простір для ніг з розмірами по глибині 650 мм. Робочий стіл оператора повинен також мати підставку для ніг, розташовану під кутом 15° до поверхні столу. Довжина підставки - 400 мм, ширина - 350 мм. Відстань

клавіатури від краю столу повинна бути не більш 300 мм, що забезпечить програмісту зручну опору для передплічч. Відстань між очима й екраном монітору повинна складати 40-80 см;

– робочий стілець програміста повинен бути оснащений підйомно-поворотним механізмом. Висота сидіння повинна регулюватися в межах 400-500мм. Глибина сидіння повинна складати не менш 380 мм, а ширина не менш 400 мм. Висота опорної поверхні спинки не менш 300 мм, ширина не менш 380 мм. Кут нахилу спинки стільця до площини сидіння повинен змінюватися в межах 90 - 110.

Виходячи з результатів аналізу важкості та напруженості праці пропонують скоротити час роботи за комп'ютером, робити перерви, сумарний час яких повинен складати 50 хвилин при 8-ми годинній зміні.

Робота програміста за енерговитратами відноситься до категорії легких робіт Іа, Іб, тому повинні дотримуватися наступні вимоги згідно ДСН 3.3.6.042-99:

- оптимальна температура повітря — 22°C (допустима — 23-28°C);
- оптимальна відносна вологість — 40-60% (допустима — не більш 75%);
- швидкість руху повітря не більш 0,1 м/с.

Виміряні за допомогою приладів (психрометр Августа) температура та вологість у лабораторії майже відповідають вказаним у таблиці для теплого періоду року.

Розташовані у приміщенні ПК являються джерелами тепловиділень, крім того для підтримання у приміщенні в холодний період року оптимальних параметрів мікроклімату використовуються нагріті поверхні опалювальної системи. Нормованим показником ІЧВ являється гранично допустима густина потоку енергії Іг.д. Вт/м², яка встановлюється в залежності від площі опромінюваної поверхні тіла людини (S_{опр}).

Нормовані рівні складають:

- Іг.д = 35 Вт/м² при S_{опр} > 50%;

- $I_{г.д} = 70 \text{ Вт/м}^2$ при $S_{опр} \sim 25-50\%$;
- $I_{г.д} = 100 \text{ Вт/м}^2$ при $S_{опр} < 25\%$.

Для створення й автоматичної підтримки в приміщенні незалежно від зовнішніх умов оптимальних значень температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря, у холодний час року використовується водяне опалення, у теплий час року застосовується кондиціонування повітря.

Нормованим параметром природного освітлення згідно ДБН В.2.5-28 — 2006 являється коефіцієнт природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Робота програміста відноситься до робіт середньої точності (IV розряд зорових робіт, мінімальний розмір об'єкту розрізнення складає 0,5 -1,0мм), для яких при використанні бокового освітлення $KPO=1,5\%$. Для штучного освітлення нормованим параметром виступає мінімальний рівень освітленості та коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 20%. Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300-500 лк.

За даними вимірювань (люксметр Ю-116) рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК програміста, складає 350 лк при освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 35000 лк, тобто $KPO = 1\%$, що не відповідає нормативному КПО.

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами розжарювання мають ряд істотних переваг:

- за спектральним складом світла вони близькі до природного світла;
- мають підвищену світлову віддачу (у 2-5 разів вищу, ніж у ламп розжарювання);
- мають триваліший термін служби (до 10 тис. годин).

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в таблиці 3. Нормованим параметром невикористаного рентгенівського випромінювання виступає потужність експозиції дози. На відстані 5 см від поверхні екрану монітору її

рівень не повинен перевищувати 100 мкР/год. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці зазвичай не перевищує 20 мкР/год.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітне випромінювання представлені в табл. 4.2:

Таблиця 4.2 – Допустимі значення параметрів

Найменування параметра		Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відео монітора		10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відео монітора		0,3 Ам
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати	Для дорослих користувачів	20 кВ/м
	Для дітей	15 кВ/м

На відстані 5-10 см від екрана і корпусу монітора рівні напруженості можуть досягати 140 В/м по електричній складовій, що значно перевищує допустимі значення.

Для попередження впровадження небезпечної техніки всі дисплеї повинні бути сертифіковані.

Шум погіршує умови праці здійснюючи шкідливу дію на організм людини. Працюючі в умовах тривалої шумової дії відчувають дратівливість, головні болі, запаморочення, зниження пам'яті, підвищену стомлюваність, зниження апетиту, біль у вухах і т.д. Такі порушення в роботі ряду органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини аж до стресових. Під впливом шуму знижується концентрація, порушуються фізіологічні функції, з'являється втома у зв'язку з підвищеними енергетичними

витратами і нервово-психічним напруженням, погіршується мовна комутація. Все це знижує працездатність людини і його продуктивність, якість і безпеку праці.

4.2 Електробезпека

Приміщення за небезпекою ураження електричним струмом можна віднести до 1 класу, тобто це приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, без пилу, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів).

На робочому місці програміста з всього устаткування металевим є лише корпус системного блоку комп'ютера, але тут використовуються системні блоки, що відповідають стандартів фірми IBM, у яких крім робочої ізоляції передбачений елемент для заземлення і провід з жилою, що заземлює, для приєднання до джерела живлення.

Основні причини ураження людини електричним струмом на робочому місці:

- дотик до металевих неструмоведучих частин (корпусу, периферії комп'ютера), що можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції;
- нерегламентоване використання електричних приладів;
- відсутність інструктажу співробітників з правил електробезпеки.

На протязі роботи на корпусі комп'ютера накопичується статична електрика.

На відстані 5-10 см від екрана напруженість електростатичного поля складає 60280 кВ/м, тобто в 10 разів перевищує норму 20 кВ/м. Електробезпечність у приміщенні лабораторії пропонуємо забезпечити наступними технічними способами і засобами захисту:

- для зменшення накопичення статичної електрики застосовувати зволожувачі і нейтралізатори, антистатичне покриття підлоги;
- забезпечити приєднання металевих корпусів устаткування до жили, що заземлює. Заземлення корпуса ПК забезпечити підведенням жили, що заземлює, до розеток. Опір заземлення 4 Ом, згідно (ПУЄ) для електроустановок з напругою до 1000 В.

Також організаційними заходами:

- своєчасне проведення інструктажів з техніки безпеки;
- заборонена використання непередбачених у лабораторії електричних приладів, таких як електричні чайники, обігрівачі.

Ступінь вогнестійкості будинків приймається в залежності від їхнього призначення, категорії по вибухопожежній і пожежній небезпеці, по поверховості, площі поверху в межах пожежного відсіку згідно НАПБ Б.03.002-2007.

По конструктивних характеристиках будинок можна віднести до будинків з несучими і огорожуючими конструкціями із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону, де для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також плитними матеріалами. Отже, ступінь вогнестійкості будинку можна визначити як другу (II). Приміщення лабораторії по функціональній пожежній небезпеці відноситься до категорії В. Пожежа в приміщенні, може привести до дуже несприятливих наслідків (втрата коштовної інформації, псування майна, загибель людей і т.д.), тому необхідно:

- виявити й усунути всі причини виникнення пожежі;
- розробити план заходів для ліквідації пожежі в будинку;
- розробити план евакуації людей з будинку.

Причинами виникнення пожежі можуть бути:

- несправності електропроводки, розеток і вимикачів які можуть привести до короткого замикання або пробую ізоляції;
- використання ушкоджених (несправних) електроприладів;

- використання в приміщенні електронагрівальних приладів з відкритими нагрівальними елементами;
- виникнення пожежі внаслідок влучення блискавки в будинок;
- загоряння будинку внаслідок зовнішніх впливів;
- неакуратне поводження з вогнем і недотримання мір пожежної безпеки.

Для профілактики пожежі надзвичайно важлива правильна оцінка пожежонебезпеки будинку, визначення небезпечних факторів і обґрунтування способів і засобів пожежо-попередження і захисту. Одне з умов забезпечення пожежобезпеки — ліквідація можливих джерел займання.

З метою запобігання пожежі пропонують проводити з інженерами, що працюють у приміщенні, протипожежний інструктаж, на якому ознайомити працівників із правилами протипожежної безпеки, а також навчити використанню первинних засобів пожежогасіння.

У випадку виникнення пожежі необхідно відключити електроживлення, викликати по телефону пожежну команду, евакуювати людей із приміщення відповідно до плану евакуації і приступити до ліквідації пожежі вогнегасниками. При наявності невеликого вогнища полум'я, можна скористатися підручними засобами з метою припинення доступу повітря до об'єкта загоряння.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на тему "Проектування системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою" було досягнуто вагомих результатів. Проведений аналіз сучасних технологій і рішень у сфері автоматизації та керування тепловими помпами дозволив визначити основні тенденції розвитку та перспективи застосування інноваційних підходів у цій галузі.

На основі отриманих даних було розроблено концепцію системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою, яка включає апаратну та програмну складові. Визначено основні вимоги до системи, розроблено структурну схему та обрано оптимальні компоненти для її реалізації. Особлива увага була приділена розробці алгоритмів керування, які забезпечують ефективну роботу системи в різних режимах, враховуючи змінні умови експлуатації, такі як температурні зміни, навантаження на систему та потреби користувачів.

У процесі роботи було реалізовано прототип системи автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою.

Також досліджено вплив впровадження автоматизованої системи керування на енергоефективність роботи теплової помпи. Отримані дані свідчать про значне підвищення енергоефективності, що сприяє зменшенню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної ефективності системи. Було забезпечено високий рівень безпеки та надійності роботи системи завдяки впровадженню механізмів захисту від перевантажень, аварійних ситуацій та несанкціонованого доступу.

Розроблена система автоматизації та віддаленого керування тепловою помпою демонструє значний потенціал для застосування в житлових, комерційних та промислових об'єктах. Вона сприяє підвищенню енергоефективності, надійності та зручності експлуатації теплових pomp, що робить її важливим елементом сучасних енергозберігаючих технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Z-Wave. URL: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/identity-as-aService-IDaaS> (дата звернення: 15.05.2024).
2. LoRa. URL: <https://www.loraalliance.org/> (дата звернення: 15.05.2024).
3. Homeos. URL: <http://research.microsoft.com/en-us/projects/homeos/> (дата звернення: 15.05.2024).
4. Survey of IoT Cloud Platforms . URL: <https://www.profitbricks.com> (дата звернення: 10.05.2024).
5. AWS IoT Core . URL: <https://aws.amazon.com/ru/iot-core/> (дата звернення: 05.05.2024).
6. Azure IoT Suite . URL: <https://www.microsoft.com/en-us/internet-of-things/azure-iot-suite> (дата звернення: 19.05.2024).
7. Чорновіл М. О. Теплові насоси: теорія і практика: навч. посіб. Київ: Просвіта, 2016. 275 с.
8. Коваленко В. П. Автоматизація та оптимізація теплотехнічних процесів: навч. посіб. Київ: Талком, 2015. 320 с.
9. Шпільчак В. П., Гнатюк М. С. Енергозбереження та енергоефективність у будівлях: навч. посіб. Київ: Талком, 2.18. 290 с.
10. Савченко В. І. Теплотехнічні системи: навч. посіб. Київ: Талком, 2014. 310 с.
11. Підкоритов М. І Програмовані логічні контролери та їх застосування. навч. посіб. Київ: Просвіта, 2010. 256 с.
12. Дудка С. І. Системи автоматичного керування теплотехнічними процесами: навч. посіб. Київ: Талком, 2017. 300с.
13. Іванов А. П., Кириленко Ю. І. Технології використання відновлюваних джерел енергії: навч. посіб. Київ: Талком, 2019. 280 с.
14. Основи охорони праці : підручник / О. І. Запорожець та ін. 2-ге вид. Київ : ЦУЛ, 2016. 264 с.

15. Vasylykivskiy I., Ishchenko V., Pohrebennyk V. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017). Vienna, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

16. Безродний М.К. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 208 с.

17. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: навч. посіб. Київ: ІВЦ Вид-во «Політехніка», 2004. 192 с.