

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Наталія АУШЕВА
“ ” _____ 2023 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
“Цифрові технології в енергетиці”
зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”

на тему Аналіз стану та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальної циркуляційної системи. Клієнтська частина

Виконав: студент 2 курсу, групи ТР-21

Маліков Іван Сергійович

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., Сергій Матях

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студент _____

(підпис)

Київ – 2023

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АТОМНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

За освітньою програмою “Цифрові технології в енергетиці”

Спеціальності 122 Комп’ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Наталія АУШЕВА

(підпис)

” ____ ” _____ 2023р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Малікова Івана Сергійовича

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації Аналіз стану та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальної циркуляційної системи. Клієнтська частина.

Науковий керівник Матях Сергій Володимирович, доцент, к.т.н.

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

затверджені наказом по університету від “06” листопада 2023 року №5152-с

2. Строк подання студентом дисертації 18 грудня 2023р

3. Вихідні дані до роботи мова програмування JavaScript, середовище розробки Visual Studio Code

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати аналогічні системи, розробити алгоритм побудови програмного забезпечення, обрати засоби реалізації, розробити інтерфейс, базу даних, основні модулі для роботи з користувачем, протестувати систему.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

Створення продукту, структура програмного коду, запити до API, приклади роботи за стосунку

6. Дата видачі завдання « 24 » жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи	24.10.2022	
2.	Огляд існуючих підходів та програмних рішень	31.10.22 – 09.01.23	
3.	Аналіз існуючих методів візуалізації	11.01.23 – 06.02.23	
4.	Архітектура моделі цифрового двійника	08.02.23 – 01.04.23	
5.	Вибір технології для візуалізації	03.04.23 – 01.06.23	
6.	Розробка структури бази даних	04.06.23 – 21.08.23	
7.	Розробка програмного продукту та тестування	22.08.23 – 25.11.23	
8.	Передзахист	04.12.23	
9.	Оформлення магістерської дисертації	01.11.23 – 18.12.23	
10.	Захист		

Студент

(підпис)

Маліков І.С.

(прізвище та ініціали.)

Науковий керівник

(підпис)

Матях С.В.

(прізвище та ініціали.)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. Вона полягає у зростаючій потребі оптимізації та ефективності у використанні енергетичних ресурсів в умовах глобального прагнення до збереження довкілля та сталого розвитку. В умовах зміни клімату та зростання енергетичних потреб, гідротермальні системи відіграють ключову роль у забезпеченні енергоефективності, використовуючи відновлювані та екологічно чисті джерела енергії.

Метою роботи є розробка та впровадження комплексного підходу до аналізу, моделювання та оптимізації роботи гідротермальних систем з метою підвищення їхньої ефективності та енергоефективності. Це включає детальне вивчення та оцінку різних теплофізичних та гідродинамічних характеристик системи, з метою виявлення ключових факторів, які впливають на її продуктивність та стабільність.

Завдання дослідження:

- провести огляд та аналіз сучасних гідротермальних систем, вивчити їх конструкції, принципи роботи та основні характеристики.
- детально вивчити та оцінити ключові теплофізичні та гідродинамічні параметри, що впливають на ефективність та стабільність роботи гідротермальних систем.
- створити математичну або комп'ютерну модель для аналізу та оптимізації роботи гідротермальних систем, включаючи моделювання різних режимів роботи та умов експлуатації.
- провести тестування розробленої моделі на реальних або симульованих даних для перевірки її точності та ефективності.
- на основі аналізу та результатів моделювання розробити практичні рекомендації щодо управління та оптимізації роботи гідротермальних систем.

Об’єкт дослідження - гідротермальні циркуляційні системи як комплекси для використання теплової енергії землі та води. Це включає їхню будову, принципи роботи та взаємодію різних компонентів системи в процесі експлуатації, що визначає ефективність та стабільність їхньої роботи.

Предмет дослідження - процеси та методи, які використовуються для аналізу, моніторингу та управління цими параметрами в рамках гідротермальних систем. Це включає вивчення та розробку методів для оцінки ефективності системи, а також стратегій та технологій для оптимізації її роботи.

Практична цінність - дослідження пропонує цінний внесок у практичну сферу управління та оптимізації енергетичних систем, що має важливе значення для енергетичної індустрії, екологічної стійкості та сталого розвитку.

Дисертація складається з вступу, п’яти розділів та висновків. Повний обсяг дисертації складає 82 сторінки, в тому числі 77 сторінок основного тексту, 20 рисунків, 2 формули, 4 сторінки списку використаних джерел у кількості 20 найменувань.

Ключові слова: *Vue.js, TypeScript, тепловий насос, імітаційна модель, клієнтська частина.*

ABSTRACT

Relevance of the topic: The relevance lies in the growing need for optimization and efficiency in the use of energy resources amid a global pursuit of environmental conservation and sustainable development. In the context of climate change and increasing energy demands, hydrothermal systems play a key role in ensuring energy efficiency by utilizing renewable and environmentally clean energy sources.

The aim of the work is to develop and implement a comprehensive approach to the analysis, modeling, and optimization of hydrothermal systems to enhance their efficiency and energy effectiveness. This includes a detailed study and assessment of various thermophysical and hydrodynamic characteristics of the system, aimed at identifying key factors that affect its performance and stability.

Research tasks:

- conduct a review and analysis of modern hydrothermal systems, study their structures, working principles, and main characteristics.
- thoroughly study and assess the key thermophysical and hydrodynamic parameters that influence the efficiency and stability of hydrothermal systems.
- develop a mathematical or computer model for the analysis and optimization of hydrothermal systems, including the simulation of various operational modes and conditions.
- test the developed model on real or simulated data to verify its accuracy and effectiveness.
- based on the analysis and modeling results, develop practical recommendations for the management and optimization of hydrothermal systems.

Research object - hydrothermal circulation systems as complexes for utilizing the thermal energy of the earth and water. This includes their structure, working principles, and the interaction of various system components during operation, which determines the efficiency and stability of their work.

Subject of research - the processes and methods used for the analysis, monitoring, and management of these parameters within hydrothermal systems. This includes the study and development of methods for assessing the system's efficiency, as well as strategies and technologies for optimizing its operation.

Practical significance - the research offers a valuable contribution to the practical sphere of managing and optimizing energy systems, which is of significant importance for the energy industry, ecological sustainability, and sustainable development.

The dissertation consists of an introduction, five chapters, and conclusions. The total volume of the dissertation is 82 pages, including 77 pages of the main text, 20 figures, 2 formulas, and 4 pages of the list of used sources with 20 titles.

Keywords: *Vue.js, TypeScript, heat pump, simulation model, client-side.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГІДРОТЕРМАЛЬНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	12
1.1 Створення системи збору даних.....	12
1.2 Створення системи обробки даних	15
1.3 Створення інтерфейсу користувача	17
1.4 Висновок до розділу	19
2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	21
2.1 Альтернативні рішення до гідротермальної циркуляційної системи.....	21
2.2 Недоліки та переваги гідротермальної циркуляційної системи	26
2.3 Призначення та можливості	28
2.4 Оптимізація використання гідротермальної циркуляційної системи	30
2.5 Гідротермальна циркуляційна система в складі енергетичних комплексів ..	33
2.6 Висновки до розділу.....	34
3 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ.....	36
3.1 Причини використання Yeoman.....	36
3.2 Причини використання системи збирання Gulp	38
3.3 Причини використання платформи Postman	40
3.4 Аргументація вибору Vue.js	42
3.5 Аргументація вибору Visual Studio Code	45
3.6 Висновки до розділу.....	47
4 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	49
4.1 Вигляд функціональної моделі застосунку.....	49
4.2 Архітектура застосунку.....	54
4.3 Налаштування доступів користувачей	58
4.4 Підключення до API.....	61
4.6 Висновки до розділу	66
5 ВАЄМОДІЯ КОРИСТУВАЧА З ІНТЕРФЕЙСОМ ЗАСТОСУНКУ.....	67
Висновки до розділу.....	73
6 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ	75
6.1 Концепція проекту та шляхи його втілення	75

6.2	Аналіз ринку для стартап проекту	77
6.3	Оцінка потенційних ризиків.....	80
6.4	Стратегія маркетингу та планування фінансів.....	81
6.5	Висновки до розділу	83
ВИСНОВКИ		85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ТН – тепловий насос

ПЗ – програмне забезпечення

ГВП – гаряче водопостачання

МДТЕ – множина джерел теплової енергії

МТС – множина технічних засобів

МС – множина структур

АСУ – автоматизована система управління

API – програмний інтерфейс додатку

URL – уніфікований локатор ресурсів

HTML – мова розмітки гіпертексту

CSS – каскадні таблиці стилів

DOM – об'єктна модель документа

UML – уніфікована мова моделювання

VS – Visual Studio

CDN – Мережа доставки вмісту

ВСТУП

Кабінет Міністрів України, отримавши пропозицію Міністерства енергетики, схвалив довгострокову Енергетичну стратегію України до 2050 року.

Ця стратегія відображає головні цілі Європейського зеленого курсу та базується на комплексному підході до формування та впровадження енергетичної політики. Документ враховує наслідки повномасштабної війни, висуває посилення енергетичної безпеки та зміцнення стійкості системи, а також враховує новітні технології, технічні зміни в секторі енергетики, світові тренди та інноваційні рішення, що відповідають екологічним стандартам ЄС та зобов'язанням України.

Необхідність відновлення елементів енергетичної галузі після війни потребує впровадження новаторських технологій, що базуються на поєднанні екологічно чистих місцевих джерел енергії (ВДЕ) в одній системі. Створення енергетичного кластера, який об'єднує різні ВДЕ, є формою організації, де різноманітні джерела енергії інтегруються для забезпечення стабільного та ефективного енергопостачання. У такому кластері різні типи енергії можуть бути вироблені, розподілені та використані відповідно до потреб системи. Кластер включає різні види ВДЕ, такі як сонячна, вітрова, гідроенергія, енергія біомаси, геотермальна енергія тощо.

Кожне з них має свої переваги та обмеження залежно від регіональних умов, технічних можливостей та економічних факторів. Недоліком відновлюваної енергії є її непостійність. Використання ВДЕ для виробництва тепла та електроенергії вимагає уважності до місцезнаходження та умов експлуатації, а також погодних умов, які можуть змінюватися випадково.

Такі коливання можуть створювати ризики енергопостачання споживачів. Однак комплексне використання різних ВДЕ в одній системі може забезпечити більш стабільне та незалежне виробництво електроенергії. Наприклад, коли одне

джерело енергії менше ефективне або недоступне, інші можуть забезпечити необхідне енергетичне покриття.

Перспективним напрямком є створення комплексної енергосистеми, яка базується на геотермальній та сонячній тепловій енергії для теплопостачання об'єктів з різним призначенням та потужністю, з використанням теплових насосів.

У сучасному світі, де велике значення має питання енергоефективності та сталого використання ресурсів, аналіз та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальної циркуляційної системи набуває особливої актуальності.

Ця магістерська дисертація присвячена глибокому вивченню та оптимізації процесів, які відбуваються в таких системах, з метою забезпечення їхньої максимальної продуктивності та енергоефективності. Гідротермальні системи є ключовими в сучасних інженерних рішеннях, особливо у сферах опалення та охолодження великих будівельних комплексів, промислових об'єктів та житлових масивів. Завдяки своїй здатності використовувати природні теплові ресурси, такі системи відіграють важливу роль у зниженні вуглецевого сліду та сприянні сталому розвитку.

Проте, ефективність цих систем суттєво залежить від точності управління та оптимізації їхніх теплофізичних та гідродинамічних параметрів. У цій дисертації основна увага приділяється аналізу цих параметрів, зокрема, дослідженню впливу різних зовнішніх та внутрішніх факторів на ефективність системи. Також велика увага приділяється вивченню методів моделювання цих процесів та розробці стратегій управління, які дозволяють оптимізувати роботу системи, зменшуючи енергоспоживання та збільшуючи її надійність. Ключову роль в дослідженні відіграє розробка імітаційного веб-застосунку, що дозволяє моделювати роботу гідротермальних систем, аналізувати їх параметри та визначати оптимальні режими роботи.

Цей застосунок є інноваційним інструментом, який сприятиме кращому розумінню складних процесів, що відбуваються у гідротермальних системах, та

підвищить ефективність їхнього управління. Ця магістерська дисертація спрямована на заповнення існуючого прогалини в знаннях у цій галузі, пропонуючи цілісний підхід до аналізу, моделювання та управління гідротермальними циркуляційними системами. Результати цієї роботи можуть бути використані для підвищення ефективності реальних систем, сприяючи таким чином сталому розвитку та енергоефективності.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГІДРОТЕРМАЛЬНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Задача розробки такого застосунку виникла у відповідь на потребу у глибшому розумінні та ефективному управлінні комплексними гідротермальними системами.

Теплові насоси як інтегральна частина цих систем вимагають детального аналізу та оптимізації їхньої роботи в різних умовах.

Веб-застосунок має на меті забезпечити науковцям, інженерам та експертам зручний інструмент для моделювання, аналізу та управління параметрами теплового насосу та пов'язаних з ним систем.

Створення такого веб-застосунку має велике значення для оптимізації експлуатації гідротермальних циркуляційних систем, підвищення їхньої ефективності та зниження впливу на довкілля.

Це дозволить користувачам не тільки краще розуміти динаміку та взаємодію всередині системи, але й робити обґрунтовані рішення щодо її управління та оптимізації.

1.1 Створення системи збору даних

У контексті розробки веб-застосунку для імітації моделі теплового насосу, ключовим етапом є створення ефективної системи збору даних.

Ця система має бути спроможною точно та надійно збирати, обробляти та зберігати великий обсяг даних, необхідних для аналізу та оптимізації роботи гідротермальної циркуляційної системи.

Цей підрозділ зосереджується на створенні надійної та ефективної системи для збору, зберігання та обробки даних, необхідних для аналізу та управління

теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальної циркуляційної системи.

1. Ідентифікація джерел даних: Основою системи збору даних є ідентифікація різноманітних джерел даних, включаючи датчики температури, тиску, вологості та інші вимірювальні пристрої, встановлені в критичних точках гідротермальної системи.
2. Інтеграція з існуючими системами моніторингу: Система збору даних має бути інтегрована з існуючими системами моніторингу та управління, щоб забезпечити збір повної та точної інформації про стан системи (рисунок 1.1).
3. Автоматизація збору даних: Важливо автоматизувати процес збору даних, щоб забезпечити постійний та безперервний потік інформації. Це передбачає використання програмного забезпечення для збору, передачі та зберігання даних в реальному часі.
4. Забезпечення якості та точності даних: Система збору даних має включати механізми для перевірки якості та точності зібраних даних. Це включає фільтрацію шумів, виправлення помилок та виявлення невідповідностей.
5. Зберігання та доступ до даних: Дані повинні зберігатися у структурованому та безпечному форматі, що дозволяє легкий доступ та аналіз. Використання баз даних та хмарних технологій може забезпечити ефективно та масштабоване зберігання.
6. Інтерфейс для взаємодії з даними: Розробка інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для взаємодії з даними є ключовою для забезпечення легкого доступу та використання інформації користувачами веб-застосунку.

Реалізація цієї системи збору даних стане фундаментом для подальшого аналізу та оптимізації роботи гідротермальної циркуляційної системи. Вона забезпечить точне та актуальне представлення стану системи, що є необхідним для ефективного моделювання, аналізу та управління.

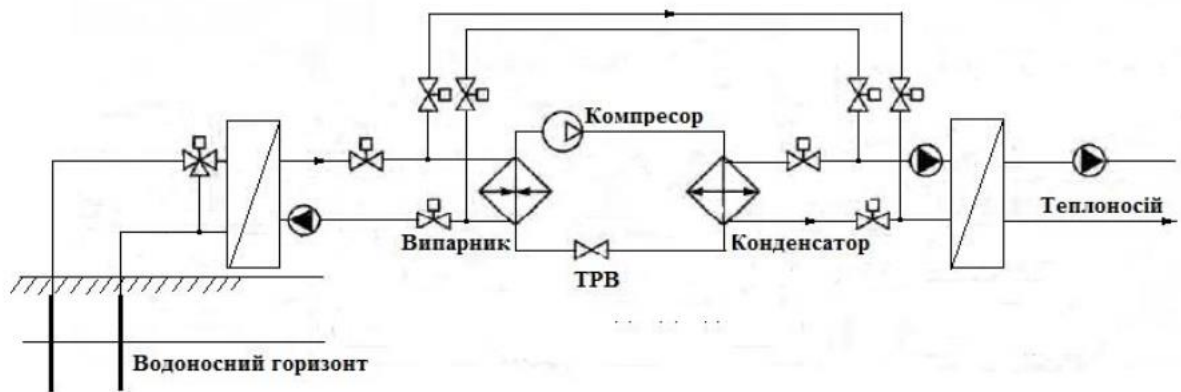


Рисунок 1.1 - Експериментальна гідротермальна теплонасосна система

Система збору даних відіграє вирішальну роль у забезпеченні точності та надійності імітаційного моделювання (рисунок 1.2).

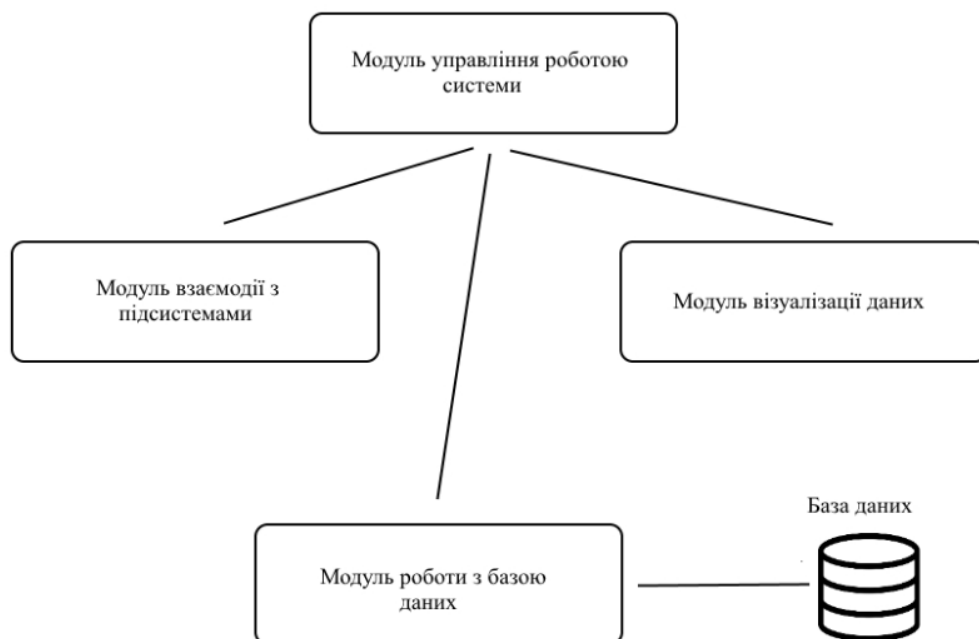


Рисунок 1.2 - Композиція інтерфейсу головного модуля програмного забезпечення енергетичного кластера

Центральний модуль управління та збору даних був створений на основі персонального комп'ютера, на який встановлено спеціалізоване програмне забезпечення.

Це забезпечення виконує наступні функції:

- Управління робочими режимами підсистемних модулів управління;
- Збір даних від цих модулів у режимі реального часу;
- Візуалізація зібраної інформації у форматі, зручному для оператора;
- Архівація та зберігання зібраних даних для їх подальшого аналізу.

Програмне забезпечення центрального модуля складається з інтерфейсу користувача та модулів, які виконують усі зазначені вище функції.

Вона не тільки поліпшує якість аналізу теплових та гідродинамічних процесів у системі, але й сприяє прийняттю обґрунтованих рішень для управління та оптимізації гідротермальних циркуляційних систем.

Ця система є ключовою для успішної реалізації веб-застосунку, оскільки забезпечує достовірність та актуальність даних, необхідних для ефективного моделювання та аналізу.

1.2 Створення системи обробки даних

Ефективна система збору даних є життєво необхідною для розробки та успішного функціонування веб-застосунку.

Вона забезпечує точне відображення стану гідротермальної системи, що є критично важливим для аналізу та оптимізації її роботи.

Зібрані дані допомагають у визначенні ключових параметрів системи, покращуючи якість імітаційного моделювання та управління системою.

У рамках розвитку веб-застосунку для імітаційної моделі гідротермальної циркуляційної системи, створення ефективною та надійною системи збору даних є одним з ключових аспектів. Ця система забезпечує збір, обробку та аналіз даних,

які є необхідними для точного моделювання та ефективного управління гідротермальними процесами.

Основні завдання системи збору даних:

1. Ідентифікація та інтеграція джерел даних: Важливо ідентифікувати всі можливі джерела даних у гідротермальній системі, включаючи датчики температури, тиску, рівня води, та інші необхідні сенсори. Інтеграція цих джерел з системою збору даних забезпечує комплексний погляд на стан системи.
2. Автоматизація збору даних: Використання автоматизованих технологій для збору даних дозволяє отримувати інформацію в реальному часі та зменшує ймовірність помилок. Автоматизація також сприяє ефективному управлінню великими обсягами даних.
3. Обробка та аналіз даних: Розробка методів обробки зібраних даних є критичною для їх подальшого використання. Важливо впровадити алгоритми для відсіювання помилок, агрегації даних та їх аналізу, щоб отримати корисну інформацію для моделювання.
4. Зберігання даних: Надійність та безпека зберігання даних є важливими факторами. Використання розподілених баз даних та хмарних технологій може забезпечити ефективне та безпечне зберігання великих обсягів інформації.
5. Розробка інтерфейсу для доступу до даних: Створення інтуїтивно зрозумілого та легкодоступного інтерфейсу для взаємодії з даними є важливим для користувачів. Це дозволить користувачам легко переглядати, аналізувати та інтерпретувати зібрані дані.
6. Інтеграція з веб-інтерфейсом: Система обробки даних має бути інтегрована з веб-інтерфейсом користувача, забезпечуючи легкий доступ до аналітичних інструментів та візуалізацій зі сторони користувача.

Створення ефективної системи обробки даних є ключовим для успішної реалізації веб-застосунку імітаційної моделі. Така система не тільки забезпечує

точність та надійність даних для аналізу, але й підвищує загальну функціональність застосунку.

Ефективна обробка даних дозволить глибше зрозуміти динаміку гідротермальних процесів та розробити оптимальні стратегії для їх управління та оптимізації.

1.3 Створення інтерфейсу користувача

Інтерфейс користувача є вітриною веб-застосунку і відіграє ключову роль у забезпеченні його успіху.

Чіткий, зрозумілий та привабливий інтерфейс не тільки полегшує взаємодію з системою, але й сприяє позитивному враженню користувачів, підвищуючи їх задоволеність і готовність користуватися застосунком.

Одним із важливих етапів у реалізації веб-застосунку для імітаційної моделі гідротермальної циркуляційної системи є створення інтерфейсу користувача.

Інтерфейс повинен бути не тільки функціональним і зрозумілим, але й естетично привабливим, щоб сприяти ефективній взаємодії користувачів із системою.

Використання технологій:

1. Vue.js: Цей прогресивний JavaScript фреймворк використовується для створення динамічного і реактивного інтерфейсу користувача. Vue.js забезпечує зручну модульну структуру, яка дозволяє легко інтегрувати різні компоненти інтерфейсу, такі як меню, панелі інструментів, форми введення даних, та візуалізації.
2. TypeScript: Використання TypeScript як надмножини JavaScript забезпечує строгу типізацію і допомагає уникнути помилок під час розробки. TypeScript підвищує читабельність коду і спрощує його підтримку.

3. HTML і CSS: Основа структури веб-сторінок та стилізації інтерфейсу будуть реалізовані за допомогою HTML і CSS. Це дозволить створити чіткий та відповідний дизайн, який є легким для сприйняття і навігації користувачами.
4. Postman: Цей інструмент буде використовуватися для тестування та налагодження API, яке забезпечує взаємодію між інтерфейсом користувача та сервером. Postman дозволяє легко тестувати запити, перевіряти відповіді та швидко виявляти помилки.
5. Yeoman: Як генератор шаблонів, Yeoman використовується для швидкого створення проекту, дозволяючи розробникам концентруватися на програмуванні, а не на налаштуванні проекту.
6. Gulp: Як інструмент для автоматизації задач, Gulp використовується для оптимізації робочого процесу, включаючи мініфікацію коду, оптимізацію зображень та інші рутинні задачі.
7. Visual Studio Code: Це сучасне середовище розробки використовується як основний редактор коду, забезпечуючи розробникам потужні інструменти для написання, відлагодження та тестування коду.

Розробка інтерфейсу користувача є важливою складовою проекту, оскільки він є основним засобом взаємодії між користувачем і системою. Інтерфейс повинен бути не тільки функціональним і ефективним, але й інтуїтивно зрозумілим та привабливим, щоб забезпечити користувачам максимально зручний доступ до всіх функцій застосунку.

Використання перерахованих технологій та інструментів дозволяє досягти високого рівня якості розробки та забезпечити відповідність продукту сучасним стандартам веб-дизайну.

Принципи дизайну інтерфейсу:

- Інтуїтивність та простота використання: Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, з мінімальною необхідністю для вивчення інструкцій чи навчання.

- **Реактивність та динамічність:** Інтерфейс має відображати зміни в реальному часі, реагуючи на дії користувачів.
- **Адаптивність:** Дизайн має бути адаптивним для забезпечення комфортного перегляду на різних пристроях та екранах.
- **Доступність:** Інтерфейс має бути доступним для користувачів із різними потребами, включаючи користувачів із обмеженими можливостями.

Завдяки добре спланованому та виконаному інтерфейсу користувача, веб-застосунок стане не тільки надійним інструментом для фахівців у галузі гідротерміки, але й сприятиме глибшому розумінню та аналізу гідротермальних систем.

Таким чином, цей підрозділ закладає фундамент для створення веб-застосунку, який буде ефективним, зручним у використанні та значущим для своїх користувачів.

1.4 Висновок до розділу

Розробка цього застосунку є важливим кроком у вивченні та оптимізації гідротермальних систем. Реалізація веб-застосунку передбачає комплексний підхід, що охоплює кілька ключових аспектів:

Створення системи збору даних: Розробка надійної системи для збору, обробки та зберігання даних є фундаментальною для точного моделювання та аналізу гідротермальних процесів. Автоматизація збору даних та інтеграція з різними джерелами даних забезпечують актуальність інформації та її точність.

Створення інтерфейсу користувача: Розробка інтуїтивно зрозумілого, ефективного та візуально привабливого інтерфейсу користувача є ключовою для забезпечення зручності та ефективності використання веб-застосунку. Використання сучасних технологій, таких як Vue.js, TypeScript, HTML та CSS, дозволяє створити гнучкий та адаптивний інтерфейс.

Інтеграція і тестування: Використання Postman для тестування API забезпечує злагоджену взаємодію між фронтендом та бекендом застосунку. Це забезпечує стабільність роботи системи та її готовність до вирішення реальних завдань.

В цілому, веб-застосунок імітаційної моделі гідротермальної циркуляційної системи є комплексним інструментом, який може внести значний вклад у дослідження та управління цими системами.

Це не тільки технічний проект, але й важливий крок у розвитку енергоефективних та сталих технологій. Розробка такого застосунку відкриває нові можливості для аналізу, моніторингу та оптимізації гідротермальних систем, підвищуючи їхню ефективність та надійність..

2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

У дослідженні розглядається потенціал ефективного використання теплових насосів як ключового компонента енергетичного кластера для забезпечення різноманітних об'єктів тепловою енергією. Малоємний метод отримання теплової енергії, який включає буферний накопичувач, тепловий насос та фанкойли (Юніт – УЗ), було випробувано в Інституті відновлюваної енергетики НАН України. Експериментальна геотермальна циркуляційна система.

2.1 Альтернативні рішення до гідротермальної циркуляційної системи

1. Фото-вітрові електростанції: фото-вітрові електростанції використовують відновлювані джерела енергії без використання геотермальних ресурсів. Ці системи надають можливість створення електроенергії без значного впливу на природне середовище, проте їхній рівень надійності та стабільності може бути залежним від погодних умов.
2. Сонячні колектори та теплові насоси: сонячні колектори забезпечують нагрівання води та опалення за рахунок сонячної енергії. Теплові насоси використовують різницю температур для створення тепла. Ці системи мають високий потенціал використання відновлюваних джерел енергії, але їхні властивості також залежать від погодних умов та технічних параметрів.
3. Використання біомаси: здійснення процесів спалювання або біологічного розкладання органічних речовин для отримання енергії. Використання біомаси може бути ефективним, проте його ефективність

і досить обмежена технологічними можливостями та доступними ресурсами.

4. Гідроелектростанції: використання енергії руху води для виробництва електроенергії. Це один з найбільш відомих джерел відновлюваної енергії, проте вимагає великих інвестицій та може мати вплив на екосистему річкових басейнів.
5. Використання геотермальних колодязів: створення систем, що використовують глибинні теплові ресурси для опалення чи виробництва електроенергії. Це альтернативне рішення, що використовує геотермальні джерела, але його реалізація може бути дорогою та технологічно складною.

Використання вітрових систем для тепlopостачання в гідротермальних циркуляційних системах є предметом цього дослідження. Оцінка переваг та недоліків цього підходу включає такі аспекти:

Переваги вітрових теплових систем:

- Використання відновлюваної енергії: Вітрові теплові системи використовують вітер як нескінченний ресурс, забезпечуючи екологічно чисте опалення без викидів вуглецю, сприяючи боротьбі з кліматичними змінами.
- Незалежність від традиційних джерел: Застосування вітрових систем дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії, особливо відразу віддалених від мереж енергопостачання.
- Можливість використання в віддалених районах: Ефективність вітрових систем в регіонах з високою швидкістю вітру, дозволяючи забезпечувати тепло в важкодоступних місцях.

Недоліки вітрових теплових систем:

- Залежність від погоди: Продуктивність системи сильно залежить від умов вітру, що може змінюватися, призводячи до нестабільності та зниження продуктивності.

- Значні коливання у продуктивності: Варіація в ефективності системи через зміну умов вітру складається на велику різницю у потужності та роботі системи.
- Шум та візуальний вплив: Вітрові турбіни можуть створювати шум, що може бути неприємним для жителів, і впливати на естетику ландшафту.

Щоб успішно використовувати вітрові теплові системи у гідротермальних циркуляційних системах, потрібно уважно враховувати ці переваги та недоліки, ретельно проектувати, керувати та експлуатувати систему, щоб забезпечити максимальну ефективність та мінімальний вплив на навколишнє середовище та мешканців.

Системи сонячного опалення представляють собою ефективні рішення для отримання теплової енергії з сонячного випромінювання. Давайте детальніше розглянемо їх переваги та недоліки:

Переваги систем сонячного опалення:

- Екологічність: Однією з ключових переваг таких систем є їхність екологічність. Вони використовують сонячне випромінювання як відновлювальне джерело, забезпечуючи чисте опалення без викидів, сприяючи боротьбі з кліматичними змінами.
- Зменшення енерговитрат: Після встановлення системи сонячного опалення, вона забезпечує безкоштовну енергію, що дозволяє значно зменшити витрати на опалення та гарячу воду протягом тривалого періоду експлуатації.
- Мінімальне обслуговування: Сонячні системи потребують мінімального обслуговування та мають довгий термін служби. Зазвичай, регулярне очищення сонячних панелей від бруду та пилу є достатнім.

Недоліки систем сонячного опалення:

- Залежність від погоди: Ефективність сонячних систем зменшується у похмурі дні, під час дощу та вночі, коли немає сонячної радіації. Це може обмежити їхню продуктивність, особливо в зимовий період.

- Початкові витрати: Вартість встановлення сонячних колекторів та панелей висока, що може стати бар'єром для багатьох користувачів. Однак ці витрати виправдаються з часом завдяки економії на енергії.
- Потреба у просторі: Сонячні системи потребують значної площі для встановлення панелей або колекторів, що може бути проблематичним для місць з обмеженим простором.

Враховуючи ці аспекти, важливо ретельно планувати та розробляти системи сонячного опалення для максимальної ефективності та зменшення впливу недоліків, особливо залежності від погодних умов.

Використання біомаси спрямоване на отримання енергії за рахунок спалювання або біологічного розкладання органічних речовин. Основна ціль полягає у використанні відновлюваного джерела енергії для забезпечення тепла чи електроенергії без значного негативного впливу на довкілля.

Переваги використання біомаси:

- Відновлюваність: Біомаса є відновлюваним джерелом енергії, оскільки вона постійно виробляється в природі через життєвий цикл органічних речовин.
- Менший вплив на довкілля: В порівнянні з традиційними вугільними джерелами, використання біомаси має менший викид CO₂, що зменшує вплив на глобальне потепління.
- Зменшення відходів: Використання біомаси дозволяє використовувати органічні матеріали, які можуть бути в іншому випадку викинуті або залучені до процесу розкладання, що прискорює відновлення ґрунту.
- Різноманіття джерел: Біомаса може бути отримана з різних джерел, таких як деревина, аграрні відходи, біологічні відходи тощо, що робить її доступною у багатьох формах.

Недоліки використання біомаси

- Потенційний вплив на біорізноманіття: Використання біомаси може вплинути на екосистему, яка постачає цю біомасу.

- Вплив на земельні ресурси: Розширення вирощування біомаси може призвести до конкуренції з вирощуванням їжі та використанням ґрунтових ресурсів.
- Неefективне виробництво: Деякі методи використання біомаси можуть бути менш ефективними в порівнянні з іншими джерелами відновлюваної енергії.
- Залежність від технологій: Ефективне використання біомаси потребує певних технологічних рішень та інфраструктури для її збору, транспортування та обробки.

Загалом, використання біомаси може бути перспективним альтернативним рішенням для отримання енергії, проте його ефективність та вплив на довкілля потребують уважного аналізу та регулювання.

Використання геотермальних колодязів спрямоване на отримання теплової енергії з натурального теплового джерела — глибоких шарів Землі. Основною ціллю є забезпечення стабільного, ефективного та екологічно чистого джерела енергії для опалення та виробництва електроенергії.

Переваги використання геотермальних колодязів:

- Стабільність і постійність: Геотермальні колодязі забезпечують стабільне джерело енергії, оскільки тепло від них постійно генерується з глибини Землі.
- Екологічна чистота: Використання геотермальної енергії майже не супроводжується викидами в атмосферу шкідливих газів, що зменшує його екологічний вплив.
- Ефективність: Геотермальні системи є досить ефективними, оскільки вони мають високий коефіцієнт використання енергії.
- Довговічність: Геотермальні системи мають довгий термін служби та вимагають мінімального обслуговування порівняно з іншими системами виробництва енергії.

Недоліки використання геотермальних колодязів:

- Обмежена доступність: Не у всіх регіонах доступні глибокі геотермальні ресурси, що обмежує можливість використання цієї технології.
- Високі витрати на встановлення: Встановлення геотермальних систем може вимагати значних вкладень через потребу в бурінні глибоких свердловин.
- Можливі ризики: Неправильне використання геотермальних ресурсів може призвести до гідрогеологічних або сейсмічних проблем.
- Залежність від технічних факторів: Робота геотермальних систем може бути ускладненою технічною складністю та необхідністю постійного контролю.

Враховуючи переваги та недоліки, геотермальні колодязі можуть стати ефективним альтернативним джерелом енергії, проте їх застосування потребує уважного аналізу та врахування конкретних умов місцевості.

Кожна з альтернативних систем має свої переваги та обмеження, і їх вибір варто здійснювати, враховуючи технічні, економічні та екологічні аспекти для забезпечення оптимального використання енергетичних ресурсів.

2.2 Недоліки та переваги гідротермальної циркуляційної системи

Гідротермальна циркуляційна система призначена для використання теплової енергії, яка генерується через циркуляцію теплоносія в глибинних шарах Землі.

Основна мета полягає у використанні цієї енергії для опалення, виробництва електроенергії та інших теплових потреб.

Переваги:

- Ефективне використання відновлюваних джерел енергії: Теплові насоси можуть ефективно використовувати відновлювані джерела енергії, такі як геотермальна теплова енергія, повітря чи вода, що дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел.
- Енергоефективність: Вони зазвичай мають високий коефіцієнт корисної дії (ККД), що дозволяє ефективно використовувати енергію для нагрівання чи охолодження.
- Екологічна чистота: Використання теплових насосів може сприяти зменшенню викидів CO₂, оскільки вони не спалюють паливо і не вибухонебезпечні.
- Підвищена надійність: Оптимальне управління параметрами сприяє підвищенню надійності роботи гідротермальних систем, зменшуючи ризик виникнення аварійних ситуацій.
- Динамічне регулювання: Можливість адаптації параметрів в реальному часі дозволяє швидко реагувати на зміни в умовах навколишнього середовища або споживацьких потребах.

Недоліки:

- Висока вартість установки: Початкова вартість установки теплового насоса може бути високою, залежно від його типу та потужності, що може створити фінансові перешкоди для впровадження.
- Складність регулювання: Необхідність точного та чутливого контролю параметрів може призвести до складнощів у їх налагодженні та управлінні, особливо при зміні умов.
- Потреба у відповідній інфраструктурі: Для оптимальної роботи теплового насоса потрібна відповідна інфраструктура, наприклад, системи опалення, які можуть потребувати додаткових витрат на модернізацію.

- Залежність від кліматичних умов: Деякі типи теплових насосів можуть бути менш ефективними в зимовий період у дуже холодних районах, коли температури стають надто низькими для оптимальної роботи.
- Потреба в додатковому обладнанні: Реалізація ефективного управління може потребувати додаткового обладнання та сучасних технологій, що може збільшити вартість проекту.

Розглядаючи ці фактори, важливо враховувати конкретні умови та потреби для визначення доцільності використання теплових насосів у системі енергетичного кластера.

Враховуючи ці аспекти, розвиток та впровадження систем управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних циркуляційних систем вимагає збалансованого підходу до плюсів та мінусів для досягнення оптимальних результатів.

2.3 Призначення та можливості

Один із перспективних напрямів полягає у створенні складної енергетичної системи, яка використовує геотермальну та сонячну енергію для опалення об'єктів різного призначення.

Це використання теплових насосів дозволяє підвищити енергоефективність та збереження ресурсів - проблеми, які є актуальними у всіх країнах. Останнім часом, актуальною стала нова енергетична політика, яка базується на розподіленій енергетиці та створенні енергетичних кластерів.

Дослідження ефективності використання відновлюваних джерел енергії для отримання тепла та електрики, а також нових видів палива були розглянуті в різних дослідженнях. Інститут відновлюваної енергетики НАН України проводить дослідження з використання відновлюваних джерел енергії, досліджуючи джерела та засоби їх перетворення, які можуть бути застосовані у конкретних регіонах.

Також вивчаються способи спільного використання різних джерел для роботи в єдиній системі та їх накопичення. Теплові насоси вважаються високоефективними пристроями для перетворення низькопотенціальної відновлюваної енергії. Однак, їх ефективність значно залежить від температури на вході до випарника та виходу з конденсатора, що зумовлено стабільністю джерела цієї енергії та особливостями системи опалення будівлі. Зараз вивчається можливість підвищення ефективності геотермального джерела за рахунок введення в контур випарника теплової насосної системи додаткового контуру від сонячних панелей.

Це поєднання джерел енергії може забезпечити більш ефективну та стабільну роботу системи опалення на основі теплового насоса. Однак, важливим стає розробка алгоритмів та систем управління енергетичним кластером, що враховують непередбачувані фактори, що впливають на стабільність використання відновлюваної енергії.

Гідротермальні циркуляційні системи є важливими та унікальними технологічними рішеннями, які мають широкий спектр застосувань та можливостей:

1. Теплопостачання: Головна функція цих систем полягає у наданні тепла для опалення приміщень, гарячого водопостачання або процесів промисловості.
2. Енергетика: Вони можуть бути використані для генерації електроенергії через парові турбіни або генератори, які працюють на парі, створеній за рахунок гідротермальних джерел.
3. Аквафери та геотермальні ресурси: Використання гідротермальних систем може допомогти у відновленні та ефективному використанні геотермальних ресурсів та акваферів.
4. Промислові застосування: Ці системи застосовуються в промисловості для різноманітних процесів, включаючи сушку, виробництво харчових продуктів та фармацевтичні операції.

5. Теплові помпи: Вони можуть бути поєднані з тепловими помпами для підвищення ефективності опалення та охолодження приміщень.
6. Аквакультура: У сільському господарстві та аквакультурі ці системи використовують для створення оптимальних умов температури для росту рослин або утримання тварин.
7. Екологічні аспекти: Гідротермальні системи можуть бути використані як джерело енергії, що сприяє зниженню викидів вуглецю, сприяючи екологічно чистим ініціативам.
8. Дослідження та наука: Вони мають важливе значення для наукових досліджень та розвідки в геології, гідрології та енергетиці.
9. Грінбілдинг: Гідротермальні системи відіграють важливу роль у грінбілдингу будівель та розробці енергоефективних приміщень.

Ці системи є мультифункціональними та демонструють великий потенціал у багатьох сферах життєдіяльності, сприяючи розвитку стійкої та енергоекономної інфраструктури.

2.4 Оптимізація використання гідротермальної циркуляційної системи

Гідротермальні циркуляційні системи використовуються для постачання тепла та генерації енергії, здебільшого через використання геотермальних джерел. Оптимізація цих систем вимагає глибокого розуміння їхньої роботи та впливу на середовище.

Під час проведення аналізу стану гідротермальної циркуляційної системи було виявлено декілька ключових аспектів, що впливають на її ефективність.

Перш за все, велике значення має глибина та потужність водоносного шару, які визначають доступність та обсяг геотермальної енергії. Крім того,

характеристики води, її температура та гідравлічний опір також впливають на ефективність системи.

Оптимізація використання гідротермальної циркуляційної системи передбачає впровадження кількох стратегій. Зокрема, доцільно використовувати передові технології для моніторингу теплофізичних та гідродинамічних параметрів системи в режимі реального часу. Це дозволить точніше визначати робочі параметри та реагувати на зміни в умовах роботи системи.

Додатковою стратегією є впровадження програмного забезпечення для моделювання та прогнозування роботи гідротермальних систем. Це дозволить визначати оптимальні параметри роботи системи для досягнення максимальної продуктивності та енергоефективності.

Для оцінки продуктивності змінної структури комплексної енергетичної системи, що використовує альтернативні джерела енергії, було висунуто критерій "k". Цей критерій представляє собою співвідношення загальних енергетичних витрат (електроенергії та енергії органічного палива), необхідних для функціонування системи, до поточних потреб споживача в енергії для забезпечення встановленої температури в приміщеннях за формулою 2.1.

$$k = \min \left(\sum_{i=1}^n E_i \Delta t_i / \left(\int_0^{\tau} Q(t) dt \right) \right) \quad (2.1)$$

Де E_i – первинні енергетичні ресурси, що використовуються системою для забезпечення заданої температури, Дж;

$Q(t)$ – поточна нормована потреба в енергії для забезпечення заданої температури, Дж;

t – кінцевий часовий інтервал, на якому проходить обмін і споживання енергоресурсів, с;

n – кількість різних видів енергетичних ресурсів системи

Заходи щодо оптимізації використання гідротермальних циркуляційних систем передбачають інтеграцію новітніх технологій, аналіз параметрів роботи та застосування комп'ютерних моделей для прогнозування їхньої роботи. Це сприятиме збільшенню ефективності та зниженню негативного впливу на довкілля.

Урізноманітнення джерел тепла та збільшення продуктивності гідротермальних циркуляційних систем може бути досягнуте завдяки комплексному підходу до оптимізації, що включає аналіз параметрів, вдосконалення технічних рішень та впровадження новітніх технологій управління та моніторингу. Це стане вагомим внеском у підвищення ефективності використання гідротермальних ресурсів та розвитку стійких енергетичних систем.

У роботі аналізується можливість ефективного використання в якості складової енергетичного кластера для забезпечення об'єктів різноманітного призначення тепловою енергією. Це включає систему отримання теплової енергії, складові якої включають буферний накопичувач теплоносія, тепловий насос та фанкойли (Юніт – У3).

Для дослідження теплових та гідродинамічних процесів в Інституті відновлюваної енергетики НАН України, на території корпусу 2 за адресою вул. Метрологічна, буд. 50, створено експериментальну систему видобування геотермальних джерел енергії типу ГЦС (геотермальна циркуляційна система). Фізичні параметри, які використовуються для розрахунків гідротермальних теплонасосних систем, включають температуру води на глибині свердловини та дебіт свердловини, що є стійким при встановленому зниженні [15].

Експериментальна установка ІВЕ НАН України - це теплообмінний пристрій, що складається з двох свердловин, сполучених трубопроводами для циркуляції підземних вод між водоносним горизонтом та тепловим насосом, розташованим у приміщенні Інституту. Контур конденсатора теплового насоса з'єднаний з фанкойлами, розташованими в офісному приміщенні. Під час дослідження, що проводилося, здійснювалася циркуляція теплоносія від

буферного накопичувача до випарника теплового насоса, в якому розміщені фанкойли, для використання теплового насоса як навантаження.

Основними складовими системи є буферний накопичувач теплоносія, тепловий насос та з'єднуючі їх фітинги, які є об'єктом дослідження.

2.5 Гідротермальна циркуляційна система в складі енергетичних комплексів

Гідротермальна циркуляційна система, відіграючи ключову роль у сучасних енергетичних комплексах, представляє собою важливий аспект використання відновлювальних джерел енергії.

Ця система базується на використанні теплової енергії, що генерується внаслідок геотермальних процесів у глибинах Землі. Вона використовує тепловий потенціал, що знаходиться в глибинах земної кори, для вироблення електричної та теплової енергії.

Такі системи володіють значними перевагами, такими як стійкість та низькі викиди вибухонебезпечних газів, у порівнянні з традиційними джерелами енергії. Важливою перевагою цієї технології є надійність енергопостачання, оскільки вона не залежить від погодних умов.

Крім того, гідротермальні системи є екологічно чистими та забезпечують стаке виробництво енергії, що робить їх привабливими для інтеграції в енергетичні комплекси.

Проте, є деякі виклики у використанні цієї технології. Наприклад, доступність геотермальних ресурсів може бути обмеженою у деяких регіонах, що призводить до необхідності ретельного планування та оцінки ефективності використання таких систем.

Крім того, висока початкова вартість впровадження та будівництва гідротермальних циркуляційних систем може виявитися фінансовим бар'єром для їхнього впровадження.

Узагальнюючи, гідротермальна циркуляційна система є важливою складовою енергетичних комплексів, проте необхідно уважно вивчати умови та економічну доцільність використання цієї технології для максимальної ефективності та стабільності енергопостачання.

2.6 Висновки до розділу

У цьому дослідженні акцент зроблено на важливості вдосконалення гідротермальних циркуляційних систем для підвищення їхньої продуктивності та ефективності. Комплексний підхід до оптимізації включає аналіз параметрів, технічні вдосконалення та впровадження передових технологій управління та моніторингу.

Ці заходи сприятимуть збільшенню використання гідротермальних ресурсів у структурі стійких енергетичних систем. Досліджено можливість використання гідротермальних циркуляційних систем як частини енергетичних кластерів для забезпечення теплом об'єктів різного призначення. Відмінність цих систем полягає у використанні теплового насосу, буферного накопичувача теплоносія та фанкойлів для нагріву приміщень.

Дослідження в Інституті відновлюваної енергетики НАН України вказує на можливість ефективного використання геотермальних джерел енергії через створення геотермальних циркуляційних систем. Вивчені фізичні параметри, такі як температура води та дебіт свердловини, є стійкими при встановленому зниженні, що важливо для обчислень гідротермальних теплонасосних систем.

Запровадження експериментальної установки, яка включає теплообмінний пристрій, свердловини та трубопроводи для циркуляції теплоносія, сприяло аналізу та визначенню компонентів гідротермальної циркуляційної системи, таких як буферний накопичувач теплоносія та тепловий насос.

Ця система є важливою у сучасних енергетичних комплексах, оскільки використовує теплову енергію, що генерується внаслідок геотермальних процесів

у глибинах Землі. Переваги гідротермальних систем, такі як стійкість, екологічність та надійність постачання, роблять їх привабливими для інтеграції в енергетичні комплекси.

Однак, є виклики, такі як обмежена доступність ресурсів та висока вартість впровадження, які потребують уважного аналізу перед впровадженням гідротермальних систем.

Необхідно вивчати умови та економічну доцільність використання цієї технології для забезпечення максимальної ефективності та стабільності енергопостачання.

3 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ

Розвиток сучасних програмних рішень у сфері веб-розробки ґрунтується на використанні потужних та ефективних інструментів. У цій магістерській дисертації розглядаються технології Yeoman, Gulp, Vue.js та ключові мови розмітки та стилізації веб-сторінок, такі як HTML та CSS. Досліджуються їхні можливості, переваги та способи використання для створення сучасних, ефективних та відповідних сучасним вимогам веб-додатків.

3.1 Причини використання Yeoman

Yeoman - це потужний інструмент для автоматизації рутинних задач у процесі розробки програмного забезпечення (рисунок 3.1).

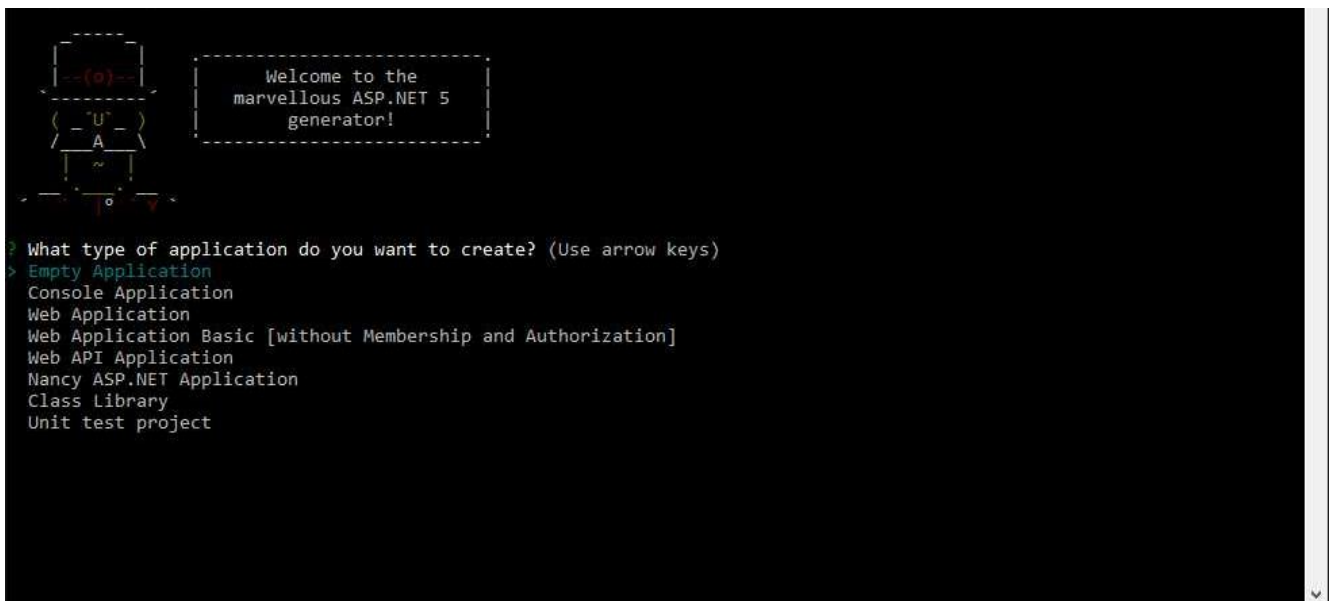


Рисунок 3.1 – процес створення застосунку за допомогою Yeoman

Ось декілька ключових причин його використання:

1. Швидкість розробки: Yeoman надає готові шаблони та структури для розпочатку роботи, що дозволяє значно економити час на початковій налаштування проекту.
2. Автоматизація завдань: Він допомагає автоматизувати багато завдань, таких як створення структури каталогів, встановлення залежностей, генерація коду тощо.
3. Масштабованість проектів: Yeoman сприяє створенню шаблонів, які легко масштабуються. Він дозволяє створювати конфігурації проектів, які можна використовувати для різних робочих середовищ.
4. Комунітет та екосистема: Відкритість Yeoman і наявність широкої спільноти користувачів роблять його популярним і надійним інструментом. Багато плагінів та шаблонів створені спільнотою, що робить його більш гнучким.
5. Стандартизація: Використання Yeoman дозволяє дотримуватися стандартів та кращих практик розробки, оскільки він може генерувати заготовки коду, що відповідають цим стандартам.
6. Зручність управління залежностями: Yeoman спрощує управління залежностями та пакетами, що дозволяє зосередитися на самій розробці, а не на налаштуванні оточення.

Загалом, використання Yeoman дозволяє розробникам ефективніше розпочати нові проекти, стандартизувати свою роботу та автоматизувати рутинні завдання, що забезпечує покращення процесу розробки програмного забезпечення.

Хоча Yeoman є корисним інструментом для автоматизації задач у розробці програмного забезпечення, він також має свої недоліки:

1. Складність налаштування: для початківців може бути важким зрозуміти налаштування та використання Yeoman через потребу у розумінні конфігурацій та плагінів.

2. Надмірна складність: у деяких випадках, використання Yeoman може бути переважним для простих проектів, оскільки інструмент покликаний автоматизувати багато задач, і це може стати надто складним для невеликих проектів.
3. Залежність від спільноти: Деякі плагіни або шаблони, які надаються спільнотою, можуть бути застарілими або погано підтримуватися, що може призвести до проблем зі сумісністю або безпекою.
4. Нестабільність оновлень: Іноді оновлення Yeoman або його плагінів можуть привести до несподіваних помилок або конфліктів, що може порушити процес розробки.
5. Перевантаження функцій: у великих проектах Yeoman може надмірно завантажити різноманітні функції та шаблони, що використовуються рідко або зовсім не використовуються.

Хоча Yeoman має свої недоліки, він є корисним інструментом для багатьох розробників, проте його використання вимагає розуміння його обмежень та потреби у вмілому налаштуванні для конкретного проекту.

3.2 Причини використання системи збирання Gulp

Gulp - це інструмент для автоматизації рутинних завдань у розробці програмного забезпечення. Це JavaScript-заснована система, яка дозволяє розробникам автоматизувати процеси, такі як компіляція, зведення файлів, оптимізація зображень та багато іншого.

Основна ідея Gulp полягає у використанні коду, який описує завдання, і його виконанні через потоки (streams). Це забезпечує швидкість та ефективність виконання завдань, оскільки дані обробляються один за одним, без потреби створення проміжних файлів.

Gulp має простий API та дозволяє швидко створювати різноманітні завдання за допомогою плагінів. Він дозволяє розробникам створювати складні автоматизовані робочі процеси, такі як компіляція Sass у CSS, мініфікація файлів JavaScript, автоматичне оновлення сторінок під час редагування та багато іншого.

Оскільки Gulp базується на JavaScript, для його використання потрібні знання цієї мови програмування. Він є одним з найпопулярніших інструментів для автоматизації веб-розробки завдяки своїй простоті та можливостям розширення функціоналу за допомогою плагінів (рисунок 3.2).

```
1 const gulp = require('gulp')
2
3 const imageMinify = require('./imageMinify')
4 const svgSprite = require('./svgSprite')
5 const styles = require('./styles')
6 const pug2html = require('./pug2html')
7 const script = require('./script')
8
9 const server = require('browser-sync').create()
10
11 module.exports = function serve(cb) {
12   server.init({
13     server: 'build',
14     notify: false,
15     open: true,
16     cors: true
17   })
18
19   gulp.watch('src/img/**/*.{gif,png,jpg,svg,webp}', gulp.series(imageMinify)).on('change', server.reload)
20   gulp.watch('src/img/sprite/*.svg', gulp.series(svgSprite)).on('change', server.reload)
21   gulp.watch('src/styles/**/*.scss', gulp.series(styles, cb =>
22     gulp.src('build/css').pipe(server.stream()).on('end', cb)))
23   gulp.watch('src/js/**/*.js', gulp.series(script)).on('change', server.reload)
24   gulp.watch('src/pages/**/*.pug', gulp.series(pug2html))
25   gulp.watch('build/*.html').on('change', server.reload)
26
27   return cb()
28 }
```

Рисунок 3.2 – Конфігурація Gulp

Причини використання Gulp:

1. Спрощення рутинних завдань: Gulp дозволяє автоматизувати такі рутинні задачі, як компіляція коду, оптимізація зображень, об'єднання файлів і т.д., що економить час розробника.

2. Потужність потокового підходу: Головна перевага Gulp полягає в його потоковому підході, коли дані обробляються через потоки (streams). Це забезпечує швидкість та ефективність обробки завдань.
3. Простота конфігурації: Gulp має простий API та зрозумілу структуру конфігурації, що робить його привабливим для початківців і забезпечує швидке налаштування завдань.
4. Багатий екосистема плагінів: Gulp має велику кількість плагінів для виконання різноманітних завдань, що дозволяє розширити його функціональність та використовувати його в різних сценаріях.

Недоліки:

1. Вимоги до налаштування: Налаштування Gulp може бути складним для новачків, особливо при створенні складних задач або використанні багатьох плагінів.
2. Залежність від JavaScript: Оскільки Gulp базується на JavaScript, для його використання потрібні знання цієї мови програмування.
3. Потреба в регулярних оновленнях: Нові версії Gulp можуть мати важливі зміни або вимагати оновлення плагінів, що може призвести до конфліктів або проблем зі сумісністю.
4. Швидкість виконання задач: У деяких випадках, при роботі з великими проектами або виконанні складних завдань, Gulp може сповільнити процес розробки.

3.3 Причини використання платформи Postman

Postman - це популярний інструмент для тестування та розробки API. Він дозволяє розробникам створювати, тестувати, документувати та спілкуватися з API шляхом створення запитів HTTP.

Основні функції Postman включають:

1. Створення запитів HTTP: Передає GET, POST, PUT, DELETE та інші HTTP-запити для тестування різних ендпоінтів.
2. Тестування API: Дозволяє перевіряти відповіді сервера на запити, перевіряти заголовки, тіла запитів, статус-коди тощо.
3. Підтримка колекцій запитів: Робить можливим зберігання та організацію наборів запитів для різних API у вигляді колекцій.
4. Організація та документування: Дозволяє документувати API, описуючи його ендпоінти, параметри, тіла запитів та відповіді.

Postman також має можливість автоматизувати тестування через колекції, додавання змінних у запити, експорт/імпорт колекцій, що робить його корисним інструментом для розробників API та тестувальників.

Для отримання усієї потрібної інформації з подальшим її відображенням необхідно створити відповідні запити та зберегти у колекції Postman (рисунок 3.1)

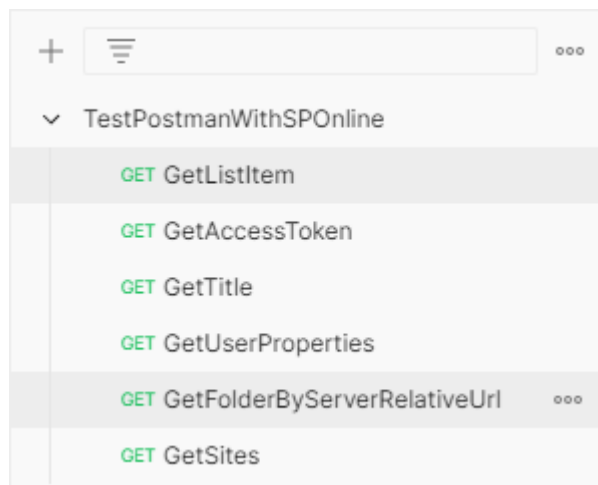


Рисунок 3.1 – Перелік запитів через Postman

Для виконання запиту, потрібно обрати тип запиту, вказати посилання до REST API, встановити необхідні заголовки або тіло запиту, й натиснути кнопку «Send». Отримавши відповідь, можна переглянути її повну інформацію, яка може бути представлена у форматах JSON, XML, HTML, Text або Auto. Також

доступний HTTP Request Status Code, розмір відповіді та заголовки (рисунок 3.2).

The screenshot displays a Postman interface for an HTTP GET request. The URL is `https://kpiapeps.sharepoint.com/sites/departments/_api/web/lists?$filter=Hidden eq false`. The response status is 200 OK, with a response time of 141 ms and a size of 29.67 KB. The response body is shown in JSON format, containing metadata and workflow associations.

KEY	VALUE	DESCRIPTION
Accept	application/json;odata=verbose	
Content-Type	application/json;odata=verbose	
Authorization	Bearer eyJ0eXAI0iJKV1QILCJhbGciOiJSUz...	

```

785     "WorkflowAssociations": {
786       "__deferred": {
787         "uri": "https://kpiapeps.sharepoint.com/sites/departments/_api/Web/Lists
              (guid'590a4893-41a3-48ee-a3d8-1b8909f6d7c4')/WorkflowAssociations"
788       }
789     },
790     "AllowContentTypes": true,
791     "BaseTemplate": 101,
792     "BaseType": 1,
793     "ContentTypesEnabled": false,
794     "CrawlNonDefaultViews": false,
795     "Created": "2022-05-09T14:42:35Z",
796     "CurrentChangeToken": {
797       "__metadata": {
798         "type": "SP.ChangeToken"
799       },
800       "StringValue": "1;3;590a4893-41a3-48ee-a3d8-1b8909f6d7c4;637894451752500000;
              615142371"
801     },
802     "DefaultContentApprovalWorkflowId": "00000000-0000-0000-0000-000000000000",
803     "DefaultItemOpenUseListSetting": false,
804     "Description": "У цій бібліотеці містяться затверджені адміністратором шаблони форм, які
              було активовано в цій колекції сайтів.",
805     "Direction": "none",
  
```

Рисунок 3.2 – Приклад запиту через Postman

3.4 Аргументація вибору Vue.js

Vue.js є відмінним вибором для написання програмного продукту магістерської дисертації з декількох ключових причин:

1. Простота в освоєнні: Vue.js має дуже легку для засвоєння документацію та API, що дозволяє швидко оволодіти основами фреймворку, що є важливим аспектом для створення програмного продукту в рамках дисертації.
2. Гнучкість: Vue.js надає гнучкість у виборі підходу до розробки. Він може бути використаний для створення невеликих компонентів на сторінці або для розробки повноцінних веб-додатків.
3. Реактивність: В Vue.js реалізований реактивний підхід, що спрощує взаємодію з даними та автоматизує оновлення інтерфейсу при зміні цих даних. Це зручно для вивчення взаємозв'язків між різними частинами досліджуваного продукту (рисунок 3.3).
4. Екосистема і підтримка: Vue.js має активну спільноту розробників та багатий екосистему плагінів, що спрощує розширення функціоналу програмного продукту.
5. Продуктивність: Його простота та прозорість сприяють швидкому розвитку програмного продукту, що може бути важливим у контексті обмеженого часу, доступного для дослідження та написання дисертації.
6. Широкі можливості: Vue.js підтримує різні структури проектів, включаючи SPA (односторінкові додатки), розширені веб-сайти та додатки з великою кількістю сторінок.

Хоча Vue.js є потужним і популярним фреймворком для розробки веб-додатків, він має кілька обмежень або недоліків:

1. Розмір: В порівнянні з іншими фреймворками, Vue.js може мати трохи більший розмір, що може вплинути на швидкість завантаження сторінок.
2. Масштабованість: Для великих та складних додатків управління станом може стати складним, порівняно з іншими більш "важкими" фреймворками.
3. Екосистема: Хоча Vue.js має досить велику екосистему плагінів та інструментів, вона все ще менш розвинена порівняно з Angular або React.

4. Документація: Документація Vue.js, хоча й є добре написаною та оновлюється, може бути менш повною або деталізованою у певних аспектах порівняно з іншими фреймворками.
5. Спільнота та підтримка: Хоча спільнота Vue.js активна, вона все ще менша, ніж у React або Angular, що може призвести до меншої кількості статей, уроків або готових рішень.
6. Конфігурація: Для деяких випадків роботи зі складними налаштуваннями, конфігурація Vue.js може вимагати більше зусиль у порівнянні з іншими фреймворками.

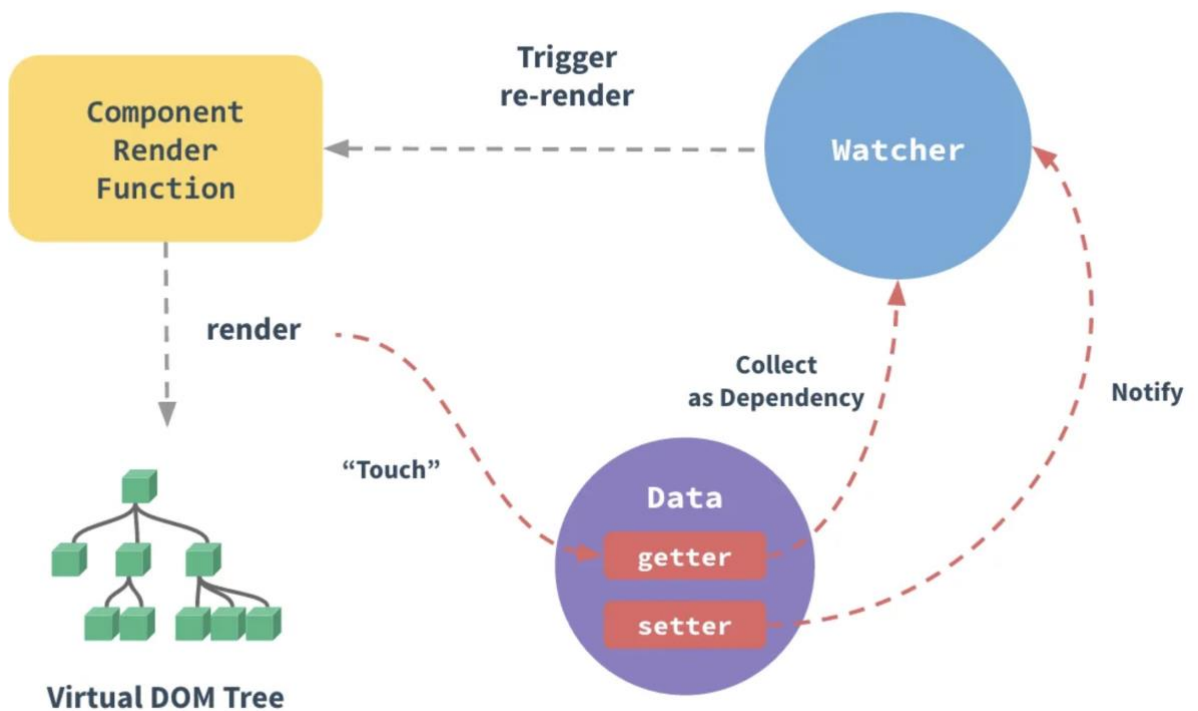


Рисунок 3.3 – відображення системи реактивності Vue.js

Хоча ці недоліки можуть бути важливими у певних сценаріях, Vue.js залишається дуже потужним і зручним для більшості випадків веб-розробки. Крім того, для багатьох розробників переваги Vue.js переважають над його недоліками, особливо у випадках, коли важлива простота в освоєнні та швидкість розробки.

Обравши Vue.js для розробки програмного продукту у магістерській дисертації, дослідник може скористатися його перевагами для ефективного та якісного створення продукту з урахуванням обмеженого часу та обсягу роботи.

3.5 Аргументація вибору Visual Studio Code

Вибір редактора коду для написання магістерської дисертації - це ключове рішення, яке вплине на продуктивність, зручність роботи та організацію процесу написання.

Visual Studio Code (VS Code) видається відмінним варіантом з численними перевагами:

1. **Багатофункціональність:** VS Code має широкі можливості, спрямовані на зручну роботу з різними мовами програмування, включаючи підсвічування синтаксису, автодоповнення, перевірку коду, інтегровані інструменти для роботи з Git тощо.
2. **Розширюваність:** Велика кількість доступних розширень (extensions) у VS Code дозволяє налаштувати середовище під особисті потреби, використовуючи різні плагіни для полегшення роботи.
3. **Інтеграція з іншими інструментами:** VS Code має вбудовану підтримку для багатьох інструментів розробки, таких як відлагодження коду, робота з репозиторіями Git, плагіни для роботи з Docker, розширені можливості для роботи з розробкою веб-додатків та інші.
4. **Підтримка різних операційних систем:** VS Code є крос-платформним, що означає, що він працює на різних операційних системах (Windows, macOS, Linux), що дає змогу користуватися ним на будь-якому пристрої зручним для вас способом.

5. Активна спільнота та підтримка: VS Code підтримується широкою спільнотою розробників, що означає актуальні оновлення, постійний розвиток та вирішення проблем через плагіни та фідбек користувачів.
6. Безкоштовність: Величезний плюс - VS Code є безкоштовним для використання, тобто ви можете скористатися всіма його функціями без витрат.
7. Ергономіка і зручність використання: Інтерфейс VS Code і його робоче середовище створені з урахуванням зручності користувача, що дозволяє зосередитися на роботі та мінімізувати відволікання (рисунок 3.4).

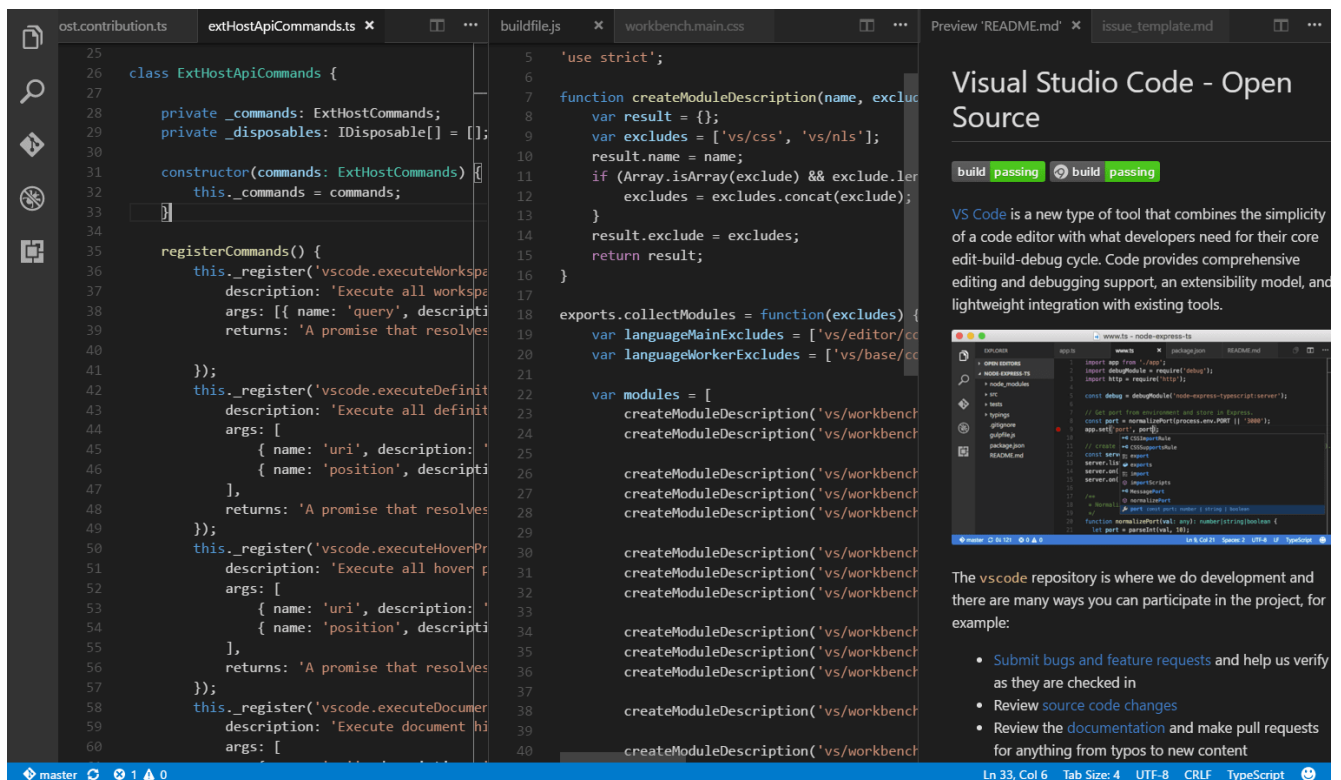


Рисунок 3.4 – Інтерфейс Visual Studio Code

Visual Studio Code є потужним і популярним редактором коду, але, як і будь-який інший інструмент, він має деякі недоліки:

1. Використання ресурсів: Зазвичай Visual Studio Code споживає більше ресурсів порівняно з іншими легшими текстовими редакторами. Це може

призвести до повільної роботи на застарілих або менш потужних комп'ютерах.

2. **Комплексність налаштувань:** Для новачків може знадобитися час, щоб зрозуміти всі функції та налаштування редактора. Деякі можливості можуть бути складними для користувачів, які тільки починають використовувати цей редактор.
3. **Залежність від розширень:** Хоча Visual Studio Code має широкі можливості завдяки розширенням, але це також може бути недоліком, оскільки деякі функції, які можуть бути важливими для деяких користувачів, потребують встановлення відповідних розширень.
4. **Подекуди нестабільність:** Іноді певні версії Visual Studio Code можуть бути менш стабільними, особливо після випуску нових оновлень чи під час використання деяких розширень.
5. **Залежність від ресурсів інтернету:** Деякі функції, такі як розширення та деякі режими роботи, можуть вимагати активного підключення до Інтернету, щоб працювати на повну потужність.

Незважаючи на ці недоліки, Visual Studio Code є дуже популярним серед розробників завдяки своїм можливостям, широкій підтримці мов програмування, активному спільноті розробників та зручному інтерфейсу, що дозволяє ефективно працювати з кодом.

Обираючи VS Code для написання магістерської дисертації, ви вибираєте потужний інструмент, здатний оптимізувати ваш час, спростити роботу з кодом та забезпечити зручність у процесі написання та редагування вашого дослідження.

3.6 Висновки до розділу

Розділ, присвячений засобам розробки, відображає ключові аспекти технологічної сфери та їхню важливість у процесі створення програмних

продуктів. Поглиблене вивчення Yeoman, Gulp, Vue.js та Postman дозволило краще розібратися в їхній функціональності, ефективності та спрощенні рутинних завдань розробки. Кожен з цих інструментів має свої переваги та недоліки, проте їх комбінація забезпечує високий рівень продуктивності та можливість створення широкого спектру програмних рішень.

Yeoman, як генератор проектів, сприяє швидкому старту та автоматизує процес створення початкової структури. Gulp, як інструмент для автоматизації завдань, дозволяє ефективно керувати рутинними операціями у процесі розробки. Vue.js, будучи м'яким та потужним фреймворком, дозволяє швидко створювати користувацькі інтерфейси та підтримує практичні рішення у веб-розробці. HTML та CSS залишаються основою веб-технологій, надаючи стабільну базу для будь-якої веб-сторінки чи додатку.

Вивчення цих інструментів в рамках дослідження дозволило зрозуміти, що успішна розробка програмного продукту вимагає не лише знання мов програмування, але й вміння використовувати відповідні засоби для автоматизації, підтримки та створення оптимальних інтерфейсів. Отже, розуміння та ефективне використання цих інструментів є ключовими для успішної розробки програмного забезпечення у сучасному світі.

4 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Сучасний енергетичний ландшафт невперше переживає перехід до більш стійких, ефективних та екологічно чистих джерел енергії. Одним з перспективних напрямків в цьому контексті є гідротермальні циркуляційні системи, що базуються на використанні геотермальної енергії.

Однак, досягнення оптимальної продуктивності та керованість теплофізичними та гідродинамічними параметрами цих систем вимагає комплексного підходу, який включає не лише наукові дослідження, а й програмну реалізацію.

Розділ присвячений ретельному огляду методів, інструментів та підходів, застосованих у створенні програмного забезпечення для аналізу, моніторингу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних циркуляційних систем.

Цей розділ розкриває технічні аспекти розробки програмного забезпечення, яке дозволяє вирішувати складні завдання управління та оптимізації параметрів системи, а також встановлювати стабільність її роботи на основі аналізу отриманих даних.

4.1 Вигляд функціональної моделі застосунку

В методиках створення енергетичних комплексів на основі відновлюваних джерел енергії, основними критеріями для вибору таких джерел є загальна потужність системи, вартість виробленої енергії, розміри та вартість енергоустановок, а також відсоток заміщення вуглеводневого палива та інші параметри.

Аналізуючи існуючі методики побудови таких систем, зокрема ті, що стосуються вибору оптимального поєднання відновлюваних джерел енергії та

управління гібридними енергетичними системами з використанням таких джерел [10]. Система, яка має змінну структуру та використовує відновлювані джерела енергії для підтримання потрібної температури при постачанні теплоносія споживачам за формулою 4.1, позначається як кортеж S :

$$S = \{\text{БДТЕ, БТС, БС}\} \quad (4.1)$$

де БДТЕ – безліч джерел теплової енергії;

БТС – безліч технічних засобів;

БС – безліч структур.

Досліджувалися підходи до вибору оптимального поєднання відновлюваних джерел енергії та управління гібридними енергетичними системами, як зазначено у джерелі.

Для енергетичного об'єкта, що представлений у такому форматі, також потрібна система управління, яка дозволяє вибрати найкращий варіант з можливих відповідно до потреб споживача, параметрів системи опалення та умов навколишнього середовища.

Ця система раціонально забезпечує вибір джерел енергії, технічних пристроїв та структури об'єкта з запропонованих варіантів. Енергетичний кластер складається з окремих "юнітів", які мають власні елементи, і має змінну структуру, що може бути автономною або комбінованою формою живлення, використовуючи можливості розподіленого виробництва та технологій "розумних мереж".

Цей кластер будується за модульним принципом і може масштабуватися відповідно до потреб споживача (рисунок 4.1).

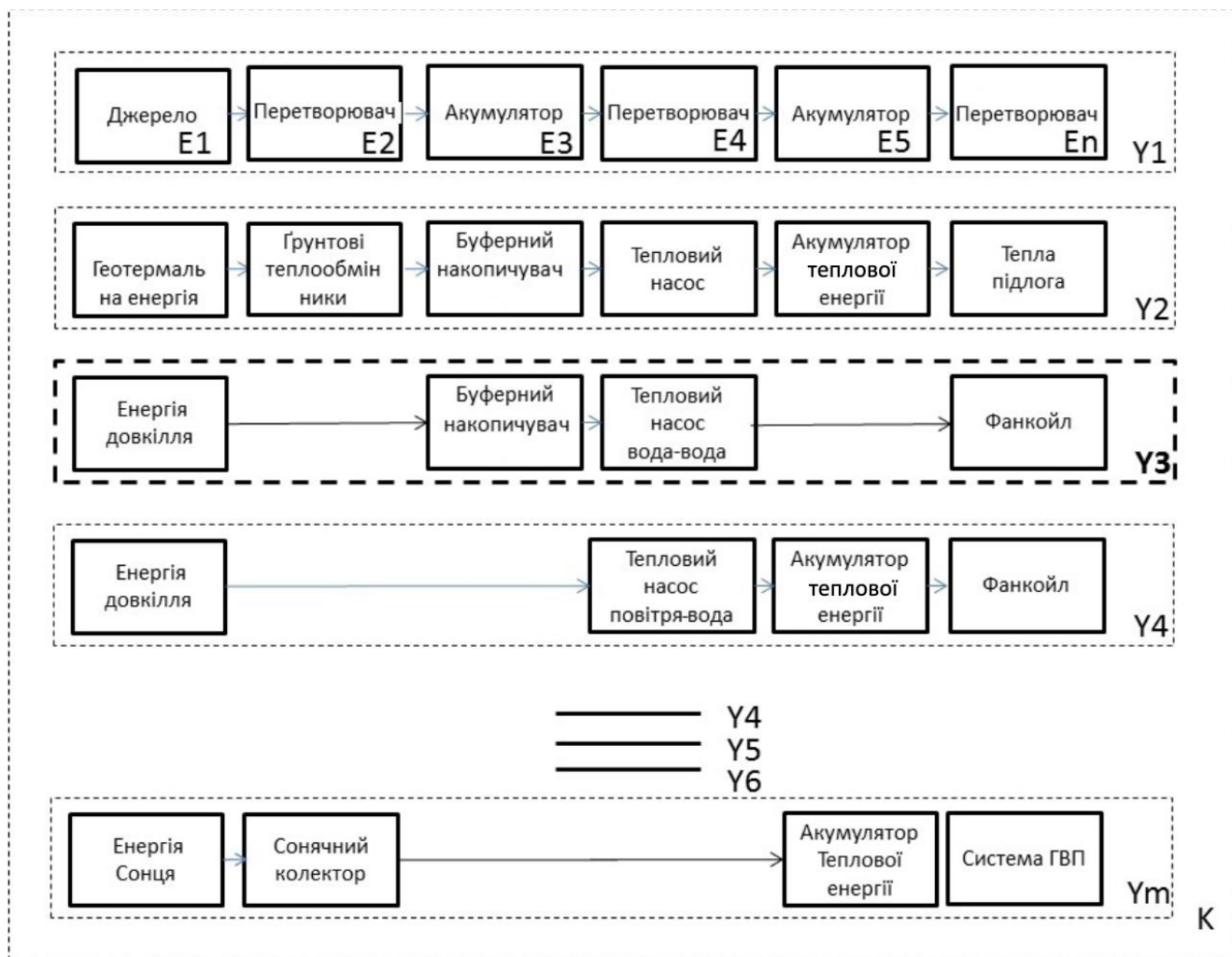


Рисунок 4.1 - Структурна схема енергетичного кластера генерування теплової енергії (K), який складається з безлічі структур (юнітів, Y1 - Ym), до складу кожного з яких входить безліч елементів (джерел теплової енергії та технічних засобів, E1 - En)

Основні фізичні параметри, які використовуються для обчислення гідротермальних теплонасосних систем, включають температуру води на гирлі свердловини. Для свердловин невеликої глибини (до 300 м) ця температура збігається з температурою водоносного горизонту.

Також важливий параметр - дебіт свердловини, який має бути стабільним при певному падінні.

Функціональна можливість моделі гідродинамічної циркуляційної системи в контексті імітації полягає у забезпеченні детального відображення і розуміння різноманітних аспектів гідродинамічних процесів.

Модель розроблена з метою дослідження, аналізу та навчання, надаючи можливість користувачам візуалізувати та експериментувати з гідродинамічними системами без потреби в реальних фізичних експериментах (рисунок 4.2).

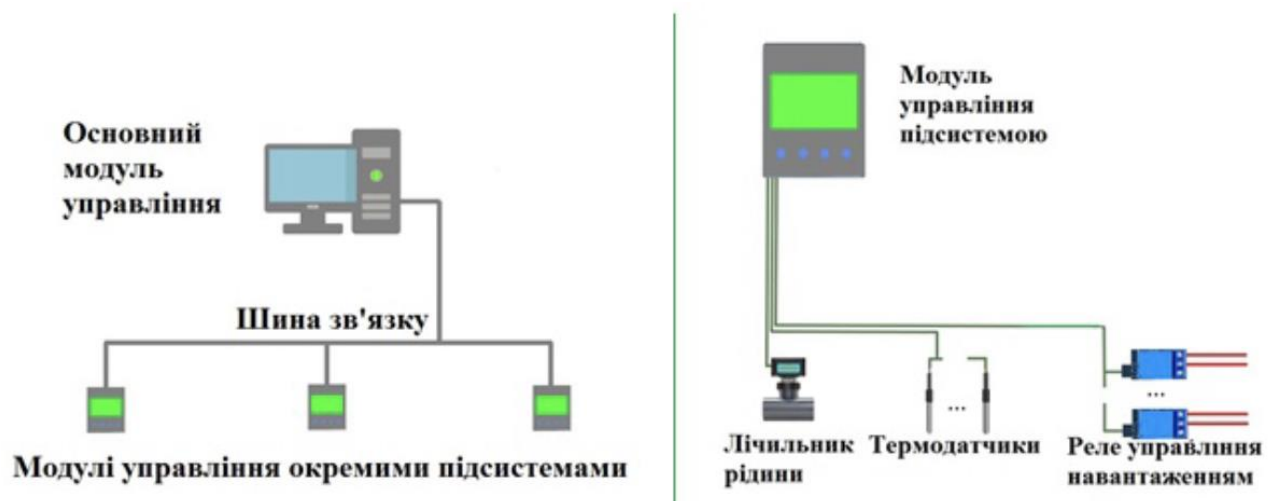


Рисунок 4.2 - Система управління енергетичним кластером

Завдання моделі включають:

Імітація реальних гідродинамічних умов: Модель імітує різні умови гідродинамічних систем, такі як течії рідини, турбулентність, тиск та інші фізичні параметри. Це дозволяє користувачам спостерігати за поведінкою рідини в різних сценаріях.

Аналіз Впливу Різних Факторів: Користувачі можуть змінювати параметри, такі як швидкість потоку, температура або в'язкість, щоб вивчати, як ці зміни впливають на поведінку системи.

Навчальні цілі: У освітньому контексті модель може бути використана для демонстрації базових та складних концептів гідродинаміки, допомагаючи студентам та викладачам у вивченні цієї дисципліни.

Дослідження та розробка: У науковому або інженерному контексті модель використовується для дослідження та розробки нових технологій або для випробування гіпотез у безпечному та контрольованому середовищі.

Ціль моделі - забезпечити потужний, але водночас доступний інструмент для візуалізації та аналізу гідродинамічних систем. Це дозволяє користувачам глибше зрозуміти складні фізичні процеси, використовувати модель для освітніх цілей, а також сприяє інноваціям та дослідженням у цій області.

Через свою гнучкість та масштабованість, модель може бути адаптована до різних потреб та рівнів складності, роблячи її корисною як для студентів, так і для досвідчених дослідників.

Для веб-застосунку, що імітує гідродинамічну циркулярну систему, можна ідентифікувати наступні ролі користувачів (рисунок 4.3) та їх можливі обов'язки і взаємодії:

1. Адміністратор Системи (System Administrator): Відповідає за загальне управління системою, включаючи налаштування параметрів моделі, управління доступом користувачів, вирішення технічних проблем та оновлення програмного забезпечення. Адміністратор має найвищий рівень доступу до всіх аспектів системи.
2. Науковий Дослідник (Scientific Researcher): Використовує застосунок для проведення наукових експериментів та аналізу. Має доступ до розширених функцій для налаштування експериментальних параметрів та вивчення результатів моделювання.
3. Інженер-аналітик (Engineering Analyst): Зосереджений на аналізі даних, отриманих від моделі. Інженер-аналітик використовує інструменти для глибокого аналізу даних, виявлення тенденцій та підготовки звітів.
4. Викладач (Educator): Використовує систему як навчальний інструмент для демонстрації принципів гідродинаміки студентам. Може налаштовувати сценарії моделювання для освітніх цілей і має доступ до інструментів для створення ілюстративних матеріалів.

5. Студент (Student): Використовує застосунок для навчання та виконання практичних завдань. Студенти можуть переглядати модель у дії, взаємодіяти з базовими параметрами та вивчати основні концепції гідродинаміки.
6. Загальний Користувач (General User): Може включати хобісти або інших неспеціалізованих користувачів, які цікавляться гідродинамікою. Такі користувачі мають доступ до основних функцій перегляду та взаємодії з моделлю, але без можливості зміни складних параметрів або доступу до детальних аналітичних інструментів.



Рисунок 4.3 – Діаграма прецедентів користувачів груп системи

Ці ролі користувачів забезпечують широкий спектр взаємодій з системою, від базового перегляду та взаємодії до складного аналізу та наукових досліджень. Кожна роль має свої унікальні можливості та обмеження, що забезпечує гнучкість використання системи для різних груп користувачів.

4.2 Архітектура застосунку

Основою архітектури застосунку є клієнт-серверна модель. Серверна частина відповідає за обробку імітаційних даних гідродинамічної моделі, використовуючи для цього спеціалізоване програмне забезпечення та алгоритми. Сервер також керує запитами та відповідями API, що включають передачу оброблених даних до клієнтської частини.

Візуальне зображення архітектури можна представити у вигляді діаграмі (рисунок 4.4), на якій представлені основні класи та їх взаємозв'язки:

1. `Server`: Відповідає за обробку імітаційних даних, запитів та відправлення оновлень до клієнтської частини.
2. `SimulationModel`: Клас, який реалізує логіку моделювання гідродинамічних процесів.
3. `Database`: Займається зберіганням та витягуванням даних, пов'язаних з моделлю.
4. `Client`: Інкапсулює логіку клієнтської частини застосунку, включаючи отримання та відправлення даних.
5. `UserInterface`: Клас, що відповідає за відображення інтерфейсу користувача.
6. `DataVisualization`: Клас для візуалізації даних, наприклад, для створення графіків і діаграм.

Ця діаграма класів надає візуальне представлення структури та взаємозв'язків між ключовими компонентами системи, демонструючи, як вони співпрацюють для забезпечення функціональності веб-застосунку.

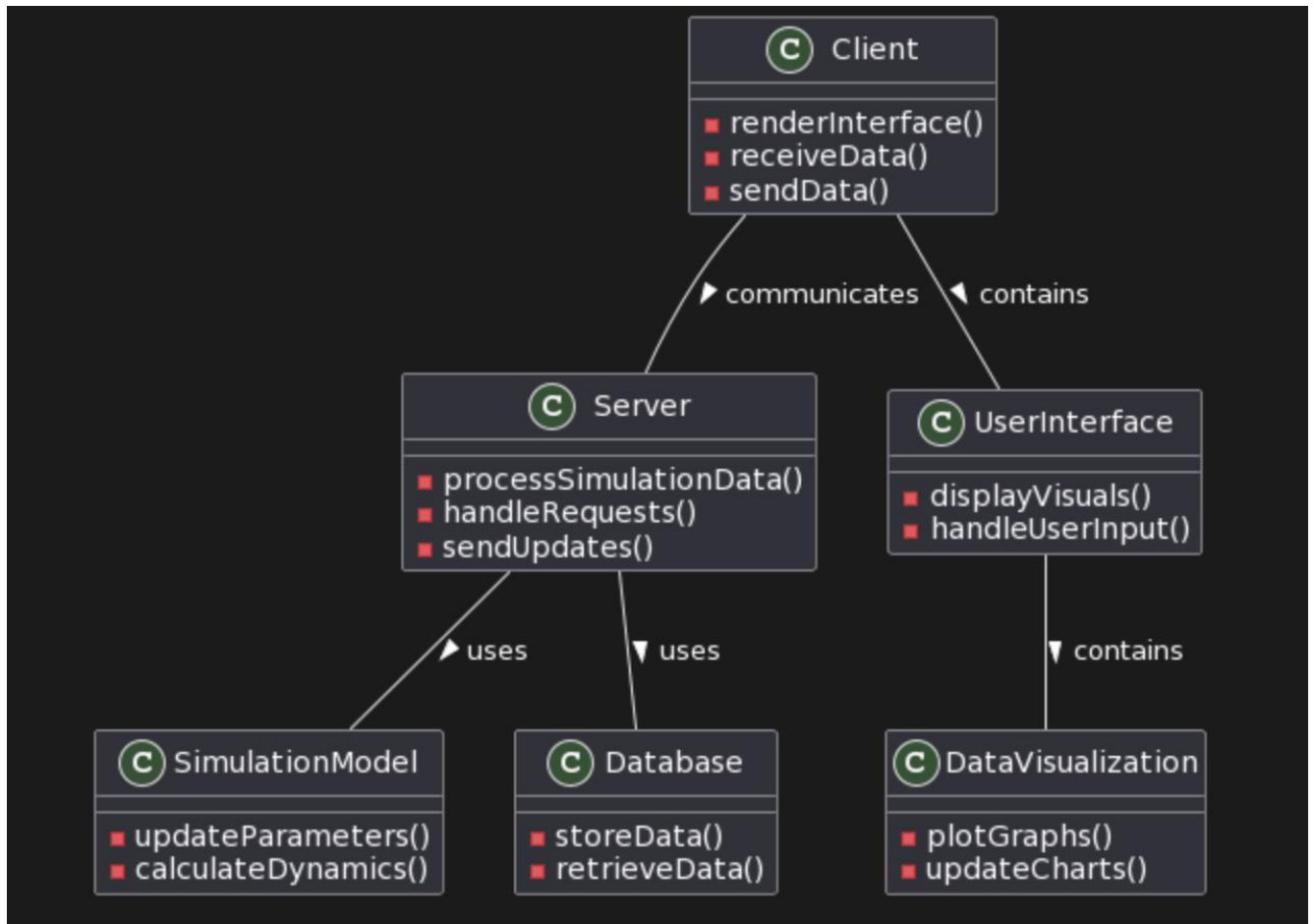


Рисунок 4.4 – Архітектура додатку

Клієнтська сторона реалізована за допомогою Vue.js, сучасного та гнучкого JavaScript фреймворку, який забезпечує швидке та інтуїтивно зрозуміле взаємодію з користувачем. Vue.js використовується для створення динамічного інтерфейсу, який реагує на зміни в реальному часі, відображаючи стан імітаційної моделі.

Це включає в себе візуалізацію даних, інтерактивні елементи керування для експериментування з моделлю та забезпечення користувацького взаємодії з різними параметрами моделі.

Для забезпечення зв'язку між клієнтом і сервером використовуються веб-сокети або AJAX-запити, що дозволяє отримувати оновлення даних в реальному часі без необхідності перезавантаження сторінки.

Такий підхід забезпечує плавну та неперервну взаємодію користувача з моделлю. Архітектура застосунку також передбачає масштабованість та модульність.

Використання Vue.js сприяє легкому розширенню функціональності та адаптації інтерфейсу під конкретні задачі та потреби користувачів. Це включає можливість інтеграції з додатковими бібліотеками та фреймворками для розширення можливостей візуалізації даних, управління станом або додавання нових функцій.

Таким чином, архітектура застосунку поєднує в собі сучасні технології та підходи до розробки веб-додатків, що забезпечує ефективну реалізацію імітаційної моделі гідродинамічної циркуляційної системи.

Елементами цієї системи є буферний накопичувач теплоносія, тепловий насос та з'єднуючі фітинги (рисунок 4.5).

Тепловий насос - це холодильна машина типу вода-вода, яка використовує воду як теплоносій для забору низькопотенційної енергії з навколишнього середовища та передачі її з підвищеним потенціалом для опалення або кондиціонування приміщень за допомогою теплообмінних пристроїв.

Фанкойл - це теплообмінний прилад, який передає теплову енергію або холод повітрю у приміщення від теплоносія (води).

Буферний накопичувач теплової енергії - це теплонезольований резервуар, що виконує роль акумулятора теплової енергії та стабілізатора теплових навантажень на систему.

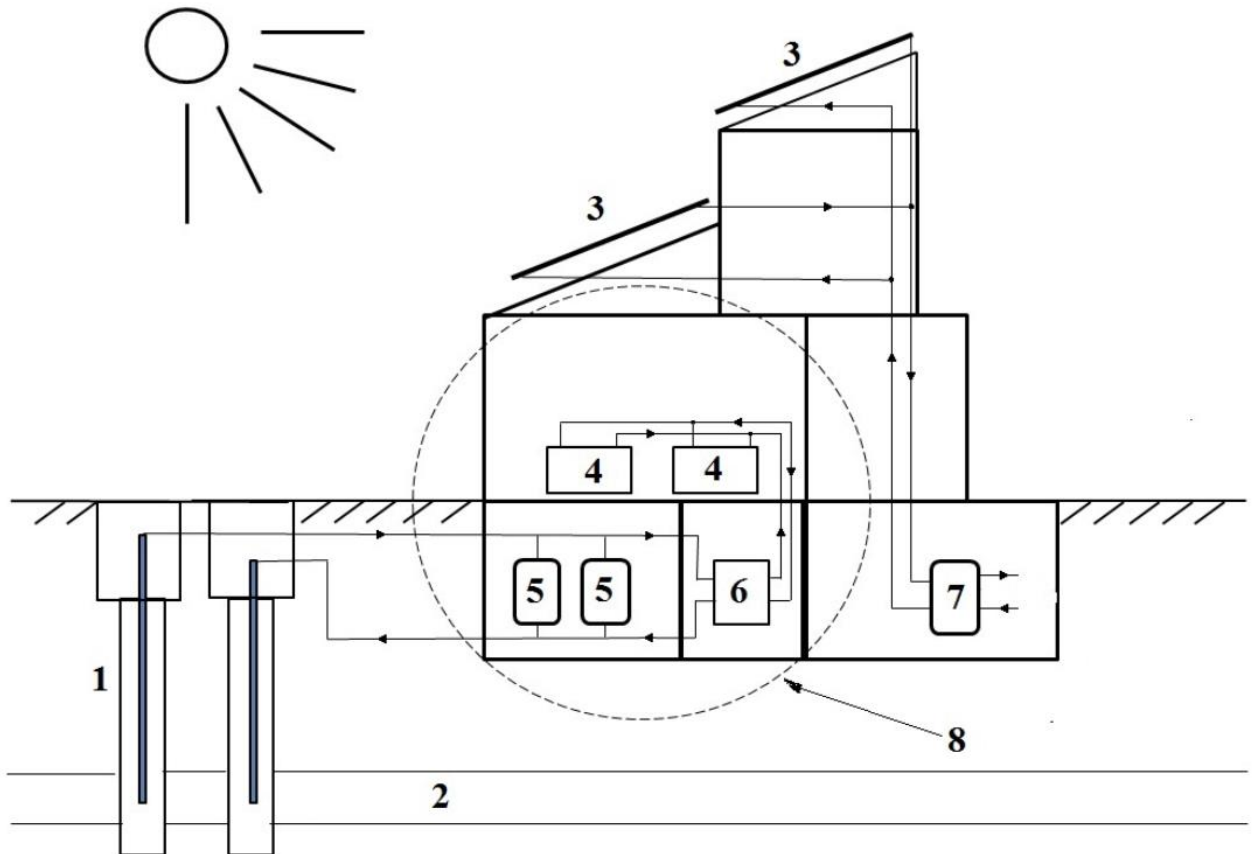


Рисунок 4.5 - Експериментальна гідротермальна теплонасосна система: 1 – свердловина; 2 – водоносний горизонт; 3 – сонячний колектор; 4 – фанкойл; 5 – буферний накопичувач теплоносія; 6 – тепловий насос; 7 – акумулятор теплової енергії; 8 – малоємнісна система отримання теплової енергії

Він може бути підключений до додаткового джерела теплової енергії для нагріву теплоносія при низьких температурах навколишнього середовища, коли ефективність теплового насоса значно знижується.

4.3 Налаштування доступів користувачей

Процес надання доступів до різних типів користувачів у веб-застосунку для імітації гідродинамічної циркуляційної системи розроблено з метою забезпечення безпеки, ефективності та гнучкості.

Система використовує ролевий підхід до управління доступом, де кожен тип користувача отримує певний набір прав і можливостей, що відповідає їхнім потребам та обов'язкам.

Для адміністраторів системи встановлено найвищий рівень доступу. Вони мають повний контроль над системою, включаючи здатність змінювати параметри моделі, управляти користувацькими акаунтами, налаштовувати системні настройки та вирішувати технічні проблеми. Адміністратори також відповідають за надання доступів іншим типам користувачів та контролюють загальну безпеку системи.

Наукові дослідники отримують доступ до функцій, що дозволяють їм проводити експерименти з моделлю. Вони можуть змінювати деякі параметри для проведення досліджень, але не мають можливості змінювати основні налаштування системи.

Інженери-аналітики мають доступ до інструментів аналізу та обробки даних. Хоча вони не можуть змінювати параметри моделі, їм надається можливість доступу до детальних даних для проведення аналізу.

Викладачі мають можливість використовувати систему для навчальних цілей. Вони можуть налаштовувати деякі аспекти моделі для демонстрації студентам, але не мають доступу до повного спектру адміністративних функцій.

Студенти мають обмежений доступ, який дозволяє їм переглядати та взаємодіяти з моделлю в обмеженому режимі. Це включає можливість використовувати навчальні модулі та виконувати практичні завдання.

Загальні користувачі, такі як хобісти або інтересанти, мають найбільш обмежений доступ. Вони можуть переглядати модель та отримувати інформацію про неї, але не мають можливості взаємодії з параметрами або доступу до розширених аналітичних функцій.

Кожен тип користувача проходить процес автентифікації та авторизації, що гарантує, що доступ надається лише після перевірки особистих даних та підтвердження відповідності ролі користувача. Це забезпечує, що кожен

користувач має доступ лише до тих функцій і даних, які є необхідними та відповідними для їх ролі, що підвищує загальну безпеку та ефективність системи.

Реалізація автентифікації у веб-застосунку для імітації гідродинамічної циркуляційної системи здійснюється за допомогою сучасних технологій та методів захисту даних, щоб забезпечити безпеку та конфіденційність інформації користувачів.

Процес автентифікації починається з реєстрації користувача, під час якої збираються основні дані, такі як ім'я, електронна пошта та пароль. Паролі зберігаються у захищеному вигляді за допомогою методу хешування, що забезпечує їхню безпеку в базі даних.

Під час процесу входу в систему користувач вводить свої облікові дані, які потім перевіряються сервером. Система використовує безпечну перевірку введених даних зі збереженими хешами паролів, щоб підтвердити автентичність користувача.

Для додаткової безпеки в системі може бути використана двофакторна аутентифікація (2FA). Це передбачає використання додаткового рівня перевірки, наприклад, надсилання одноразового пароля (ОТР) на мобільний телефон користувача або електронну пошту.

Після успішної автентифікації користувач отримує доступ до системи відповідно до його ролі та прав доступу. Система використовує сеансові токени для підтримки стану автентифікації користувача під час сеансу роботи з системою. Ці токени забезпечують, що користувач залишається ідентифікованим під час взаємодії з різними частинами системи без необхідності повторної автентифікації.

Для підвищення безпеки та захисту конфіденційності, система також впроваджує механізми виявлення та реагування на підозрілі дії або спроби несанкціонованого доступу. Це включає в себе моніторинг несподіваних змін у поведінці входу та автоматичне відключення сеансів, які можуть бути скомпрометовані.

Загалом, система автентифікації розроблена з акцентом на забезпечення безпеки користувачів і даних, а також забезпечує зручність і ефективність взаємодії з веб-застосунком.

4.4 Підключення до API

Процес підключення до API у веб-застосунку для імітації гідродинамічної циркуляційної системи реалізований таким чином, щоб забезпечити надійний обмін даними між клієнтською та серверною частинами системи.

Спочатку визначається набір кінцевих точок API (endpoints) на сервері, кожна з яких відповідає за певну функцію, наприклад, отримання даних про стан моделі, оновлення параметрів моделі або відправлення запитів на зміну конфігурації системи. Ці кінцеві точки розроблені так, щоб вони відповідали принципам REST, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілий і стандартизований інтерфейс взаємодії.

Клієнтська частина застосунку, розроблена з використанням Vue.js, використовує HTTP-клієнт, такий як Axios, для створення запитів до сервера. Коли користувач взаємодіє з інтерфейсом, наприклад, змінює параметри моделі або запитує оновлені дані, клієнтський додаток формує відповідний HTTP-запит, який відправляється до визначеної кінцевої точки API на сервері.

Сервер обробляє отримані запити, виконуючи необхідні дії, такі як оновлення стану моделі або збір запитуваних даних. Після обробки запиту сервер формує відповідь у форматі JSON, яка містить запитувані дані або підтвердження успішного виконання операції.

Відповідь від сервера потім повертається до клієнтського додатку, де вона обробляється, і відповідна інформація відображається у користувацькому інтерфейсі. Це може включати оновлення візуалізованих даних, відображення

повідомлень про статус операцій або оновлення елементів керування залежно від відповіді сервера.

Безпека взаємодії з API забезпечується за допомогою токенів аутентифікації та шифрування з'єднань через HTTPS. Токени використовуються для перевірки ідентичності користувача і забезпечення, що доступ до API мають лише авторизовані користувачі. HTTPS гарантує, що всі дані, передані між клієнтом і сервером, захищені від перехоплення та несанкціонованого доступу.

Загалом, процес підключення до API в цьому застосунку орієнтований на забезпечення плавної, безпечної та ефективної взаємодії між різними частинами системи, від користувацького інтерфейсу до серверної логіки та обробки даних.

Процес отримання access token для роботи з API в імітаційному веб-застосунку гідродинамічної циркуляційної системи зазвичай включає кілька кроків, спрямованих на забезпечення безпеки і авторизації доступу до API. Опис цього процесу, з урахуванням використання сучасних стандартів автентифікації, може виглядати наступним чином:

1. Користувач ініціює процес входу: Користувач вводить свої облікові дані (наприклад, ім'я користувача та пароль) у веб-інтерфейсі застосунку.
2. Перевірка облікових даних: Застосунок надсилає ці облікові дані на сервер через захищене з'єднання. Сервер використовує базу даних користувачів для перевірки облікових даних.
3. Генерація та видача access token: Якщо облікові дані вірні, сервер генерує access token. Цей токен є цифровим підписом, який часто містить інформацію про користувача та термін дії токена.
4. Надсилання access token користувачу: Сервер повертає access token назад у веб-застосунок. Застосунок може зберігати цей токен, наприклад, у локальному сховищі браузера для подальшого використання.
5. Використання access token для доступу до API: Під час кожного запиту до API, застосунок включає цей токен, як правило, у заголовок HTTP-запиту (наприклад, у заголовок Authorization). Токен дозволяє API

ідентифікувати та авторизувати користувача, перевіряючи його дійсність.

6. Оновлення або оновлення access token: Токени мають обмежений час дії. Якщо токен закінчується, користувачу потрібно буде знову увійти в систему або система може автоматично використати refresh token (якщо він був наданий) для отримання нового access token без необхідності повторної автентифікації користувача.

Цей процес гарантує, що доступ до функціоналу API можливий лише для автентифікованих користувачів, забезпечуючи безпеку та контроль доступу до чутливих даних і функцій системи (рисунок 4.6).

Окрім зазначених кроків, процес отримання та використання access token у веб-застосунку для імітації гідродинамічної циркуляційної системи включає додаткові аспекти, які забезпечують підвищену безпеку та кращу користувацьку взаємодію:

1. Безпека на клієнтській стороні: Коли access token зберігається на клієнтському боці, наприклад у локальному сховищі браузера, важливо вжити заходів для захисту цього токена від несанкціонованого доступу. Це може включати захист від загроз таких, як cross-site scripting (XSS).
2. Обмеження за часом дії токенів: Access tokens зазвичай мають обмежений час дії для зменшення ризику в разі їх компрометації. Після закінчення терміну дії токена, користувачу потрібно або знову увійти до системи, або система може автоматично запросити новий токен, використовуючи refresh token.
3. Моніторинг та логування: Для виявлення та реагування на підозрілу активність, важливо вести логи запитів до API, що включають access tokens. Це дозволяє виявляти незвичні патерни доступу та вживати відповідних заходів.

4. Шифрування передачі даних: Усі дані, включаючи access tokens, передаються через захищене з'єднання, зазвичай за допомогою HTTPS, що запобігає їх перехопленню та зчитуванню злоумисниками.

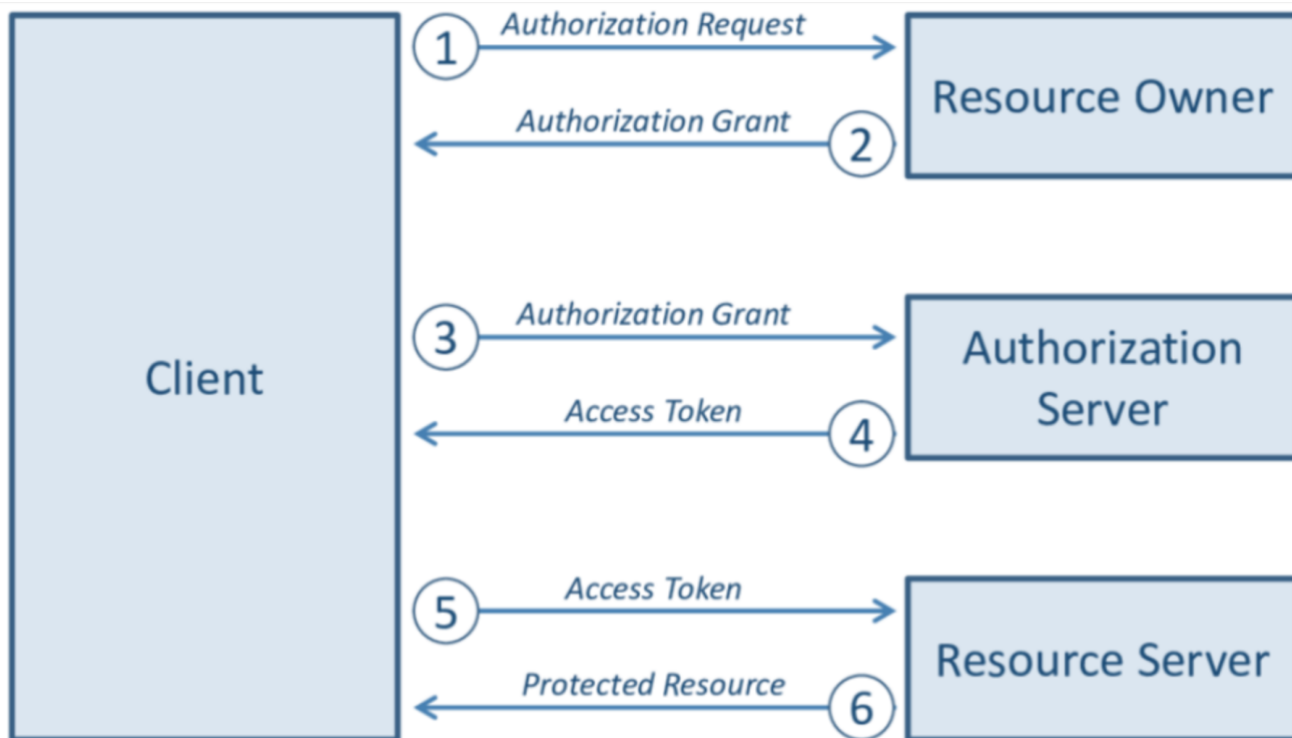


Рисунок 4.6 – Процес авторизації

Ці заходи, в сукупності, забезпечують не лише безпечне отримання та використання access token, але й гарантують загальну безпеку системи та даних користувачів (рисунок 4.7).

4.6 Висновки до розділу

Створена архітектура демонструє комплексний підхід до розробки, який об'єднує ефективність, масштабованість та безпеку.

Використання клієнт-серверної моделі, сучасних веб-технологій, таких як Vue.js, підкреслює орієнтацію на створення інтуїтивно зрозумілого та продуктивного користувацького інтерфейсу.

Надійні механізми автентифікації та авторизації, включаючи використання access tokens, свідчать про увагу до захисту конфіденційної інформації та безпеки системи в цілому.

Ефективна взаємодія з API, обмін даними та використання стандартних протоколів підтверджують здатність системи до обробки складних запитів і взаємодії з різними компонентами.

Приділення уваги до дизайну користувацького інтерфейсу та забезпечення зручності користування сприяє задоволенню користувачів і ефективності виконання задач.

Архітектура застосунку побудована з урахуванням потенційної масштабованості, дозволяючи легко адаптувати і розширювати функціональність системи у майбутньому.

Разом ці аспекти створюють міцну основу для подальшого розвитку та вдосконалення системи, що є ключовим для успішного впровадження та експлуатації проекту.

5 ВАЄМОДІЯ КОРИСТУВАЧА З ІНТЕРФЕЙСОМ ЗАСТОСУНКУ

Загальний дизайн інтерфейсу веб-застосунку для імітації гідродинамічної циркуляційної системи розроблено з акцентом на інтуїтивність та зручність використання, з особливою увагою до візуального представлення інформації. Цей підхід відіграє ключову роль у забезпеченні зрозумілості складних гідродинамічних процесів для користувачів (рисунок 5.1).

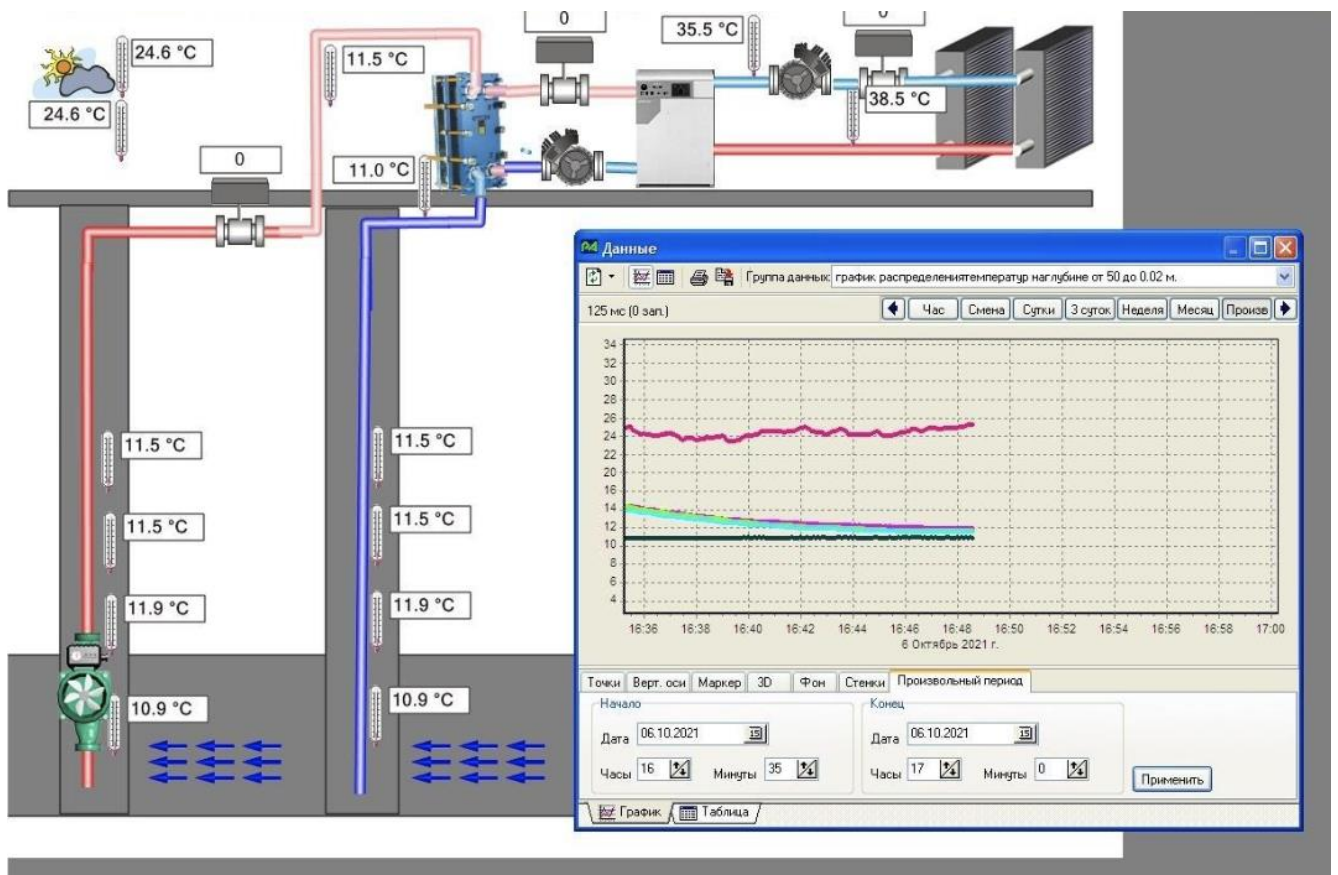


Рисунок 5.1 – Вигляд інтерфейсу користувача

Інтуїтивна навігація та розташування елементів: Інтерфейс розроблено таким чином, щоб користувачам було легко зорієнтуватися. Центральна частина інтерфейсу використовується для відображення основного візуального контенту,

такого як інтерактивні графіки чи анімації. Бічні панелі та меню використовуються для навігаційних елементів та додаткових налаштувань.

Візуалізація даних: Одним з ключових елементів інтерфейсу є візуалізація даних. Чіткі та зрозумілі графіки та діаграми надають користувачам можливість ефективно інтерпретувати інформацію про стан гідродинамічної системи. Використання різних кольорів та легенд сприяє кращому розумінню складних даних.

Наприклад, протягом періоду спостережень відбулися зміни температури повітря на глибинах 39, 34 і 29 метрів, які склали $0,3^{\circ}\text{C}$, тоді як зміни температури води на глибині 42 метри (що на 1,7 метра нижче рівня води у свердловині) склали $0,6^{\circ}\text{C}$. Відхилення цих температур від лінійного тренда, з амплітудою $0,3^{\circ}\text{C}$ для повітря та $0,6^{\circ}\text{C}$ для води, дають підстави припускати наявність сезонної компоненти у цих змінах. Прямий кореляційний зв'язок між варіаціями температур повітря та води в свердловині, а також відсутність часового зсуву між ними, вказують на вплив сезонних змін атмосферних температур на рівнях, де знаходиться водоносний горизонт (рисунок 5.2).

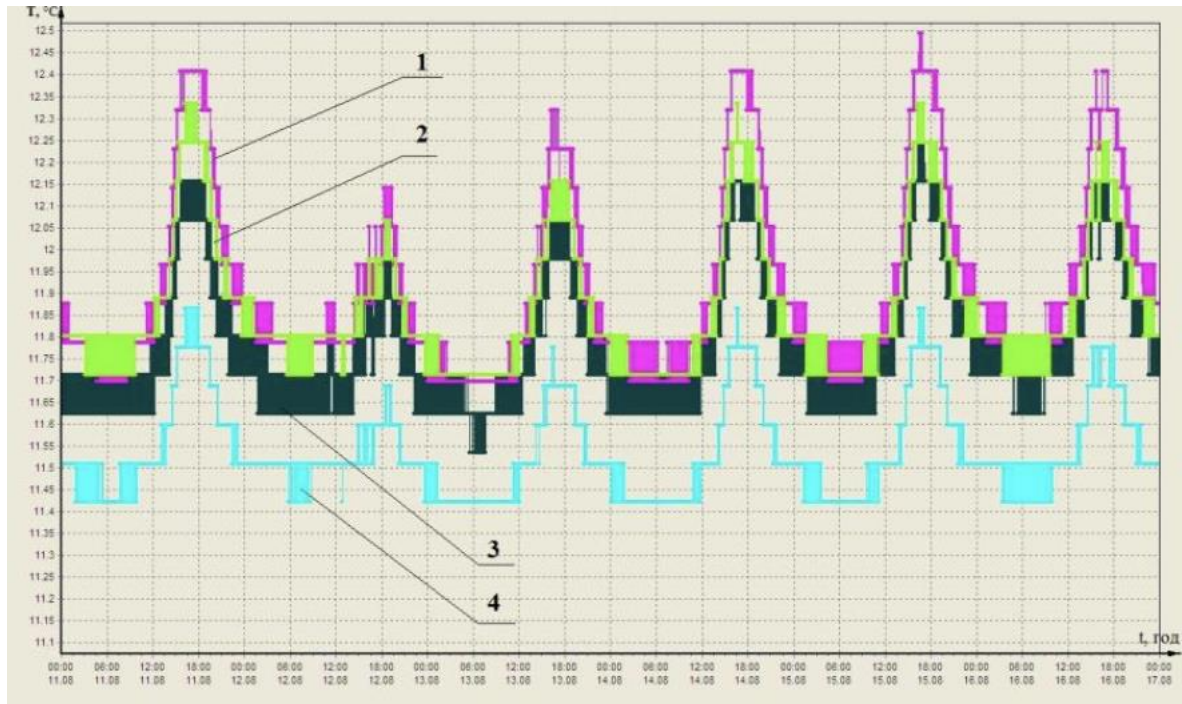


Рисунок 5.2 - Графік зміни температури у свердловині: 1 – глибина 39 м, 2 – глибина 34 м, 3 – глибина 42 м, 4 – глибина 29 м

Оцінка ефективності буферного накопичувача як сховища теплової енергії була здійснена шляхом розрахунку наступних параметрів: кількість теплової енергії, яка видаляється з теплового акумулятора за різних його об'ємах; кількість теплової енергії, яка видаляється з теплового насоса при різних об'ємах теплового акумулятора; кількість теплової енергії, яка подається до акумулятора від зовнішнього відновлюваного джерела енергії на місці його розташування.

Також розглядається коефіцієнт перетворення теплового насоса під час роботи в автономному режимі від теплового акумулятора різної ємності та необхідний об'єм акумулятора цієї конструкції для забезпечення стабільної роботи системи в автономному режимі на кожен кіловат виробленої теплової енергії тепловим насосом (рисунок 5.4).

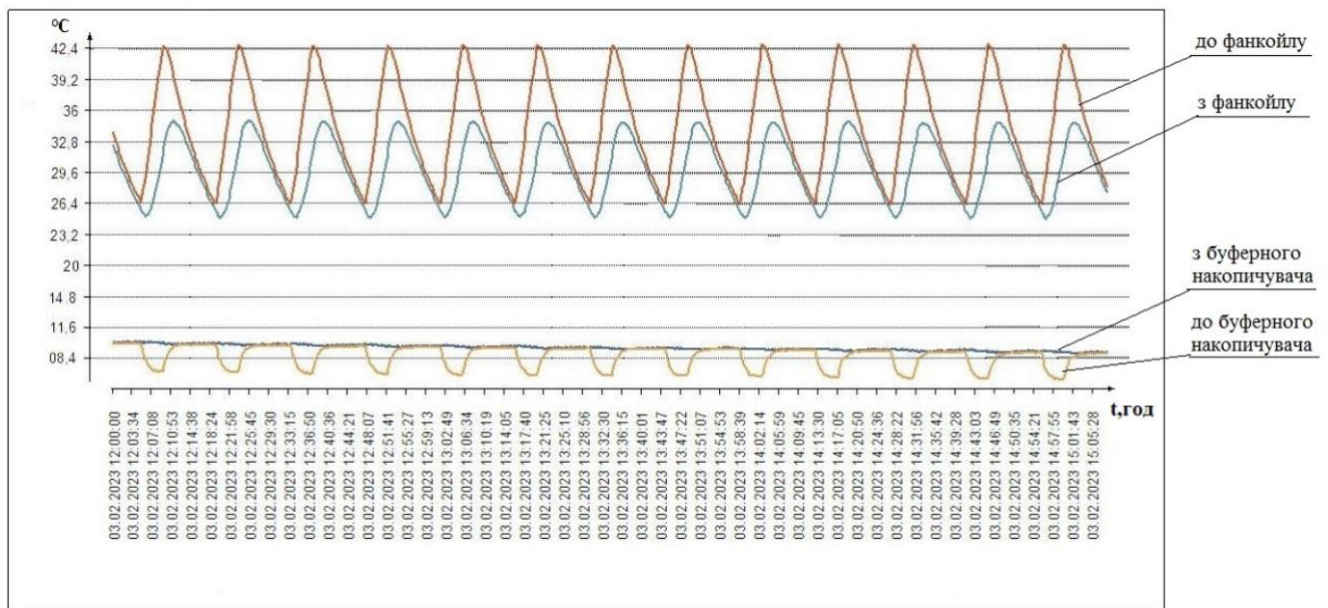


Рисунок 5.4 - Графік залежності температури в контрольних точках теплонасосної системи при використанні як акумулятора теплової енергії буферного накопичувача об'ємом 2 м³, заповненого водою у кількості 1800 л

Інтерактивність та анімації: Для підвищення залученості та зрозумілості, інтерфейс включає інтерактивні елементи, такі як анімації, що демонструють динаміку гідродинамічних процесів. Це дозволяє користувачам бачити в реальному часі, як зміни в параметрах впливають на систему.

Аналіз графіків, які відображають добову динаміку температур повітря та води з інтервалом вимірювань кожні 5 секунд та наведені на (рисунок 5.5), демонструє, що протягом дня вони мають синхронний зв'язок. Також виявлено, що між цими даними існує фазове зміщення, яке становить 7 годин та 30 хвилин.

Розрахункові показники коефіцієнта ефективності теплового насоса, які були отримані при його функціонуванні в автономному режимі з використанням теплових акумуляторів різного об'єму.

Розрахунки були виконані з врахуванням даних про температуру теплоносія на виході з конденсатора та на вході в евапоратор теплового насоса за період у одну годину.

Ця температурна інформація була отримана в результаті експериментальних вимірювань. Довжина експерименту визначалася моментом, коли температура теплоносія у випарнику досягала мінімуму, при якому виключалася ймовірність його замерзання та блокування льодяною сумішшю.

З аналізу розрахункових даних можна зробити висновок, що збільшення об'єму акумулятора призводить до подовження його робочого часу. Однак ефективність акумулятора також залежить від теплової потужності навколишнього середовища, особливо у випадку, коли акумулятор розташований у приміщенні під землею (рисунок 5.6).

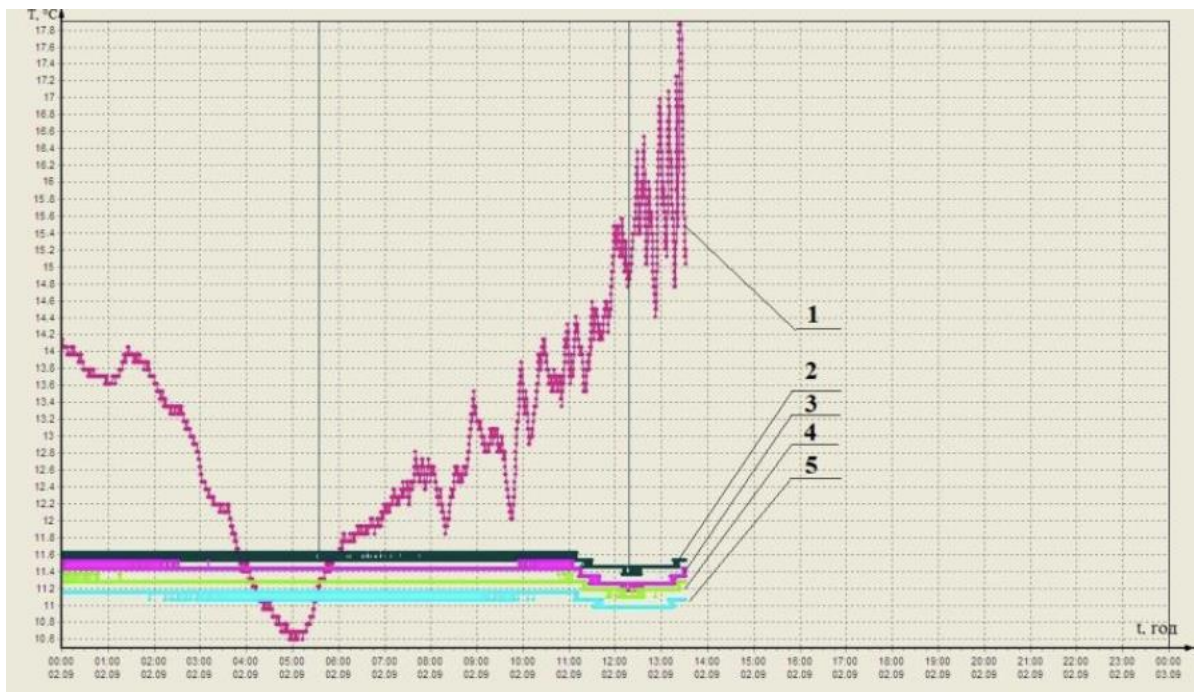


Рисунок 5.5 - Графік зміни температури повітря та води в свердловині: 1 – температура повітря (0,5 м над землею), 2 – температура усвердловині на глибині 42 м (на 1,7 м нижче рівня води усвердловині), 3 – температура усвердловині на глибині 39 м; 4 – температура усвердловині на глибині 34 м, 5 – температура усвердловині на глибині 29 м

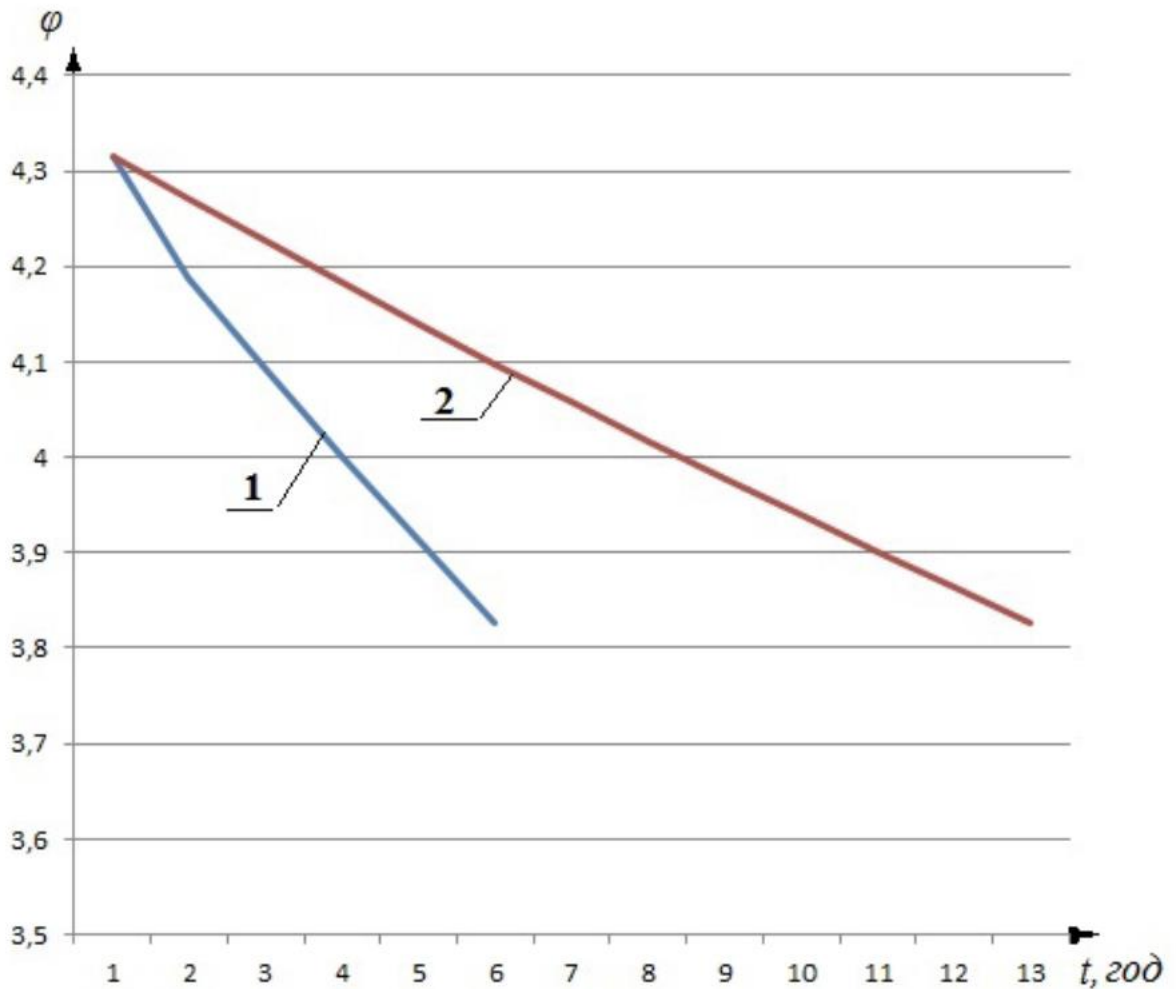


Рисунок 5.6 - Графік залежності коефіцієнта перетворення теплонасосної системи в автономному режимі від тривалості роботи: 1 – як акумулятор використана ємність об'ємом 1 м^3 , заповнена водою у кількості 900 л; 2 – як акумулятор використано дві ємності об'ємом 2 м^3 , заповнені водою у кількості 1800 л

Зручність управління: Інтерфейс включає прості та зрозумілі механізми для управління моделлю. Кнопки, слайдери та інші елементи керування розміщені таким чином, щоб користувачам було легко маніпулювати параметрами моделі та спостерігати за результатами.

Адаптивність дизайну: Інтерфейс оптимізовано для різних пристроїв та розмірів екранів, забезпечуючи зручність використання як на настільних комп'ютерах, так і на мобільних пристроях.

У цілому, інтерфейс застосунку створено з метою забезпечити користувачам глибоке розуміння гідродинамічних процесів через ефективну візуалізацію та інтерактивність, роблячи взаємодію з системою не тільки інформативною, але й захоплюючою.

Висновки до розділу

Забезпечення глибокої та ефективної взаємодії користувачів з інтерфейсом є вирішальним для загальної функціональності та прийнятності веб-застосунку.

В цьому розділі було проаналізовано ключові компоненти інтерфейсу, що включають його дизайн, візуальну презентацію, інтерактивність та зручність управління.

При цьому було виявлено, що інтуїтивно зрозумілі та легкодоступні інструменти керування, а також чітке та зрозуміле візуальне представлення даних, істотно підвищують здатність користувачів ефективно взаємодіяти з системою.

Особливу увагу в розділі було приділено питанню адаптивності інтерфейсу, що забезпечує комфортне використання застосунку на різних пристроях.

Це створює умови для широкого використання застосунку різними категоріями користувачів, включаючи тих, хто віддає перевагу мобільним пристроям або має обмежені можливості доступу до традиційних комп'ютерних систем.

Важливим аспектом висновків є також розуміння важливості зворотного зв'язку від користувачів.

Цей зворотний зв'язок є незамінним ресурсом для постійного поліпшення інтерфейсу, виправлення помилок та врахування побажань користувачів.

Активне включення відгуків та пропозицій користувачів у процес розвитку інтерфейсу дозволяє створювати більш зручне та ефективне середовище для їхньої роботи.

Таким чином, цей розділ підкреслює, що успішний інтерфейс - це не просто сукупність технологічних елементів, а продумана система, яка враховує потреби та вподобання кінцевих користувачів, що є вирішальним для загального успіху веб-застосунку.

6 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ

Розробка стартап проекту, буде інтегрувати теоретичні знання та практичні навички, отримані в ході дослідження, в реальний бізнес-план, здатний впровадити інноваційні рішення у сфері енергетики.

Стартап проект має на меті створення продукту або послуги, яка б відповідала потребам сучасного енергетичного ринку, зосереджуючись на підвищенні ефективності та екологічної стійкості гідротермальних систем.

Це включає не тільки розробку новітніх технологічних рішень, але й впровадження передових методів управління та оптимізації, які були досліджені в попередніх розділах.

Важливим аспектом цього розділу є ретельний аналіз ринку, визначення цільової аудиторії та потенційних конкурентів, а також розробка стратегії маркетингу та продажів. Також увагу буде зосереджено на фінансовому плануванні, оцінці ризиків та можливостей, а також на визначенні ключових етапів для виведення проекту на ринок.

Цей розділ спрямований на демонстрацію того, як теоретичні знання можуть бути перетворені в практичне застосування, що вносить значний вклад у розвиток сучасних енергетичних систем та сприяє сталому розвитку в цілому. Результатом має стати детально розроблений бізнес-план для стартапу, який враховує всі аспекти від ідеї до реалізації проекту на ринку.

6.1 Концепція проекту та шляхи його втілення

Розробка інноваційного програмного рішення для комплексного аналізу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних циркуляційних систем. Головна ідея полягає у створенні інтелектуального інструменту, який дозволить енергетичним компаніям, екологічним організаціям

та муніципалітетам оптимізувати використання гідротермальних ресурсів, підвищуючи їх ефективність та знижуючи вплив на довкілля.

1. Дослідження та розробка концепції:

- Вивчення ринку та потреб цільової аудиторії.
- Аналіз існуючих рішень та визначення їх недоліків.
- Розробка первинної концепції та визначення ключових функцій продукту.

2. Прототипування:

- Створення базового прототипу програмного рішення.
- Тестування прототипу на обмеженій групі користувачів.
- Збір відгуків та корекція функціоналу за потребою.

3. Розробка продукту

- Розробка повнофункціонального програмного рішення.
- Інтеграція алгоритмів аналізу та управління даними.
- Впровадження інтерактивних інструментів візуалізації та аналітики.

4. Тестування та оптимізація

- Ретельне тестування продукту для забезпечення стабільності та надійності.
- Внесення корективів на основі тестування та відгуків користувачів.
- Оптимізація продукту для забезпечення максимальної продуктивності.

5. Маркетинг та продажі

- Розробка та реалізація маркетингової стратегії.
- Пошук та залучення потенційних клієнтів та партнерів.
- Постійний аналіз ринку та адаптація маркетингових заходів.

6. Запуск ринку

- Офіційний реліз продукту.
- Забезпечення технічної підтримки та оновлень продукту.

- Подальший розвиток продукту на основі відгуків користувачів та змін на ринку.

Стартап покликаний стати ключовим інструментом для покращення ефективності гідротермальних систем, пропонуючи новаторські рішення для аналізу та управління, що сприятимуть сталому розвитку та оптимізації використання енергетичних ресурсів.

6.2 Аналіз ринку для стартап проекту

Для стартапу, який зосереджений на розробці рішень для аналізу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних циркуляційних систем, ключові сегменти ринку включають:

Енергетичні компанії та установи: компанії, що спеціалізуються на геотермальній енергії, як-от "Ormat Technologies" або "Enel Green Power", які шукають ефективніші способи управління своїми гідротермальними ресурсами.

Муніципальні водопостачальні компанії: комунальні підприємства, такі як "Suez" або "Veolia", які використовують гідротермальні технології для опалення та охолодження водопостачання.

Дослідницькі інститути та університети: академічні установи, які проводять дослідження в області відновлюваних джерел енергії, наприклад, "Massachusetts Institute of Technology" або "Stanford University", які зацікавлені в розробці та тестуванні нових технологій.

Екологічні та сталі розвиткові організації: некомерційні організації, такі як "Greenpeace" або "World Wildlife Fund", зацікавлені у підтримці та розвитку екологічно стійких енергетичних рішень.

Виробники обладнання для гідротермальних систем: компанії, що виробляють гідротермальне обладнання, як-от "Bosch Thermotechnology" або

"Carrier", можуть використовувати ці рішення для поліпшення своїх продуктів та надання додаткових послуг своїм клієнтам.

Ці сегменти ринку представляють значний потенціал, оскільки вони охоплюють широкий спектр потенційних користувачів, від великих корпорацій до дослідницьких установ, кожен з яких може мати індивідуальні потреби та вимоги до управління гідротермальними системами.

В контексті стартапу, який спеціалізується на розробці рішень для аналізу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних систем, основні конкуренти та їх продукти можуть бути визначені наступним чином:

Schneider Electric: Продукт: EcoStruxure – це передова платформа для управління енергією та автоматизації, яка використовує IoT-технології для оптимізації використання ресурсів.

Siemens AG: Продукт: Desigo CC – інтегрована платформа для управління будівлями, що дозволяє контролювати та оптимізувати системи опалення, вентиляції та кондиціонування.

Johnson Controls: Продукт: Metasys – система управління будівлями, яка забезпечує енергоефективне управління та оптимізацію систем опалення та охолодження.

Honeywell: Продукт: Honeywell Forge – платформа, орієнтована на підвищення продуктивності, безпеки та стійкості промислових підприємств, включно з енергетичними системами.

ABB: Продукт: ABB Ability™ Energy Management – програмне забезпечення для моніторингу, аналізу та оптимізації споживання енергії в промислових процесах.

Ці компанії мають сильні позиції на ринку та високий рівень довіри серед споживачів, що робить їх значними конкурентами. Кожен з цих конкурентів пропонує унікальні рішення, які можуть впливати на ринкову стратегію та

розвиток продукту. Важливо враховувати їхні інноваційні підходи та репутацію при формуванні власної конкурентної стратегії.

Для того, щоб визначити, як продукт стартапу вирізняється на ринку, необхідно розглянути ключові аспекти, які відрізняють його від конкуруючих продуктів та рішень:

1. Спеціалізований фокус на гідротермальних системах: Унікальність продукту полягає у глибокій спеціалізації на гідротермальних системах, яка дозволяє компанії розробити більш точні та специфічні рішення, в порівнянні з загальними системами управління енергією.
2. Інноваційні алгоритми та підходи до аналізу: Використання передових алгоритмів для аналізу та оптимізації теплофізичних та гідродинамічних параметрів, що може включати машинне навчання та штучний інтелект, дозволяє точніше прогнозувати та оптимізувати роботу систем. Висока
3. Масштабованість та гнучкість: Продукт розроблено так, щоб легко інтегруватися з різними типами гідротермальних систем, що дозволяє забезпечити максимальну масштабованість та гнучкість для різних клієнтів.
4. Екологічно свідомий підхід: Особлива увага приділяється екологічній стійкості та ефективному використанню ресурсів, що робить продукт особливо привабливим для компаній, які прагнуть до зниження вуглецевого відбитку.
5. Інтегровані рішення для віддаленого моніторингу та управління: Надання високоякісних інструментів для віддаленого моніторингу та управління, які дозволяють користувачам відслідковувати та оптимізувати роботу систем у реальному часі.
6. Інтерактивні та інтуїтивно зрозумілі інтерфейси: Розробка користувацьких інтерфейсів, орієнтованих на зручність та інтуїтивне використання, що робить продукт доступним для широкого кола користувачів, незалежно від їхнього технічного рівня.

Комбінуючи ці унікальні особливості, стартап вирізняється на ринку як інноваційне та спеціалізоване рішення, орієнтоване на підвищення ефективності та екологічної стійкості гідротермальних систем.

6.3 Оцінка потенційних ризиків

Аналіз потенційних ризиків для стартапу, що спеціалізується на розробці рішень для аналізу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних систем, може включати наступні аспекти:

1. Технологічні ризики:

- Новизна технології: інноваційний характер технології може нести ризик непередбачуваних технічних проблем або обмежень.
- Застарівання технології: швидкий розвиток технологій може зробити продукт застарілим, якщо не проводити постійні оновлення та вдосконалення.

2. Ринкові ризики:

- Конкуренція: сильна конкуренція на ринку може впливати на успішність продукту.
- Зміни на ринку: непередбачувані ринкові тренди або зміни в законодавстві можуть вплинути на попит на продукт.

3. Фінансові ризики:

- Залучення інвестицій: труднощі зі знаходженням інвесторів або необхідного фінансування для старту та масштабування проекту.
- Управління бюджетом: ризик недооцінки витрат, що може призвести до бюджетного дефіциту.

4. Операційні ризики:

- Залежність від вендорів: висока залежність від сторонніх постачальників або платформ може впливати на стабільність операцій.
- Кадрові питання: труднощі з набором та утриманням кваліфікованих працівників, що необхідні для розвитку проекту.

5. Правові та регуляторні ризики:

- Дотримання законодавства: ризики, пов'язані зі змінами в законодавстві, регуляціях, які можуть вплинути на діяльність стартапу.
- Інтелектуальна власність: ризик порушення інтелектуальних прав або втрати конфіденційності.

6. Ризики репутації:

- Відгуки користувачів: негативні відгуки або публічні відповіді можуть швидко вплинути на репутацію бренду.
- Соціальна відповідальність: невідповідність очікуванням сталого розвитку може вплинути на сприйняття компанії.

Враховуючи ці ризики, важливо розробити комплексну стратегію їх управління та мінімізації, щоб забезпечити стабільний розвиток та успіх стартапу.

6.4 Стратегія маркетингу та планування фінансів

У контексті стартапу, який займається розробкою та впровадженням передових рішень для аналізу та управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних систем, ефективна стратегія маркетингу є ключовим елементом, що забезпечує успіх на ринку. В умовах швидкого технологічного розвитку та постійної зміни ринкових вимог, ми стоїмо перед викликом не тільки розробити інноваційний продукт, але й ефективно донести його цінність до потенційних клієнтів.

Аналіз ринку: розробка детального аналізу ринку, щоб зрозуміти потреби цільової аудиторії та ідентифікувати найбільш перспективні сегменти для продукту.

Позиціонування:

- визначення унікальної торгової пропозиції (УТР) для виділення продукту серед конкурентів.
- визначення ключових повідомлень, які резонують з цільовою аудиторією.

Стратегії продажів та розподілу:

- визначення каналів продажів та розподілу, включаючи онлайн платформи, прямі продажі, партнерства.
- розробка програм стимулювання продажів для залучення та утримання клієнтів.

Маркетингові кампанії:

- планування та реалізація інтегрованих маркетингових кампаній, використовуючи цифровий маркетинг, PR, соціальні медіа.
- використання аналітики для відстеження ефективності кампаній та корегування стратегій.

У рамках стратегічного розвитку стартапу, який прагне внести революційні зміни у сферу управління теплофізичними та гідродинамічними параметрами гідротермальних систем, фінансове планування відіграє вирішальну роль. Воно становить основу для всіх ключових рішень, пов'язаних з розробкою продукту, маркетинговою стратегією, операційним управлінням та загальним ростом бізнесу.

Бюджетування: складання детального бюджету для всіх аспектів проекту, включаючи розробку продукту, маркетинг, операційні витрати.

Фінансове прогнозування:

- розробка фінансових моделей для прогнозування доходів, витрат та потоків грошових коштів.

- оцінка потенційного фінансового ризику та розробка планів їх мінімізації.

Стратегії фінансування:

- ідентифікація потенційних джерел фінансування, включаючи венчурні інвестиції, кредити, гранти.
- підготовка інвестиційних пропозицій та презентацій для інвесторів.

Управління капіталом та рентабельністю:

- аналіз точки беззбитковості та рентабельності інвестицій.
- впровадження системи управління фінансами для контролю витрат та максимізації прибутку.

Ефективна стратегія маркетингу та міцне фінансове планування є фундаментом для успішного запуску та стабільного розвитку стартапу. Ці стратегії повинні бути гнучкими та адаптивними, щоб відповідати змінам у ринкових умовах та забезпечувати тривалу віддачу від інвестицій.

6.5 Висновки до розділу

Розробка цього стартапу включала в себе всебічне дослідження ринку, визначення цільової аудиторії, аналіз конкурентів, розробку унікальної продуктової пропозиції, стратегію маркетингу та фінансове планування. Ключовим фактором успіху є інноваційний підхід до розробки програмного забезпечення, який дозволяє ефективно аналізувати та управляти складними гідротермальними системами.

Стартап прагне стати лідером у своїй галузі, пропонуючи рішення, які не лише підвищують ефективність управління енергетичними ресурсами, але й сприяють сталому розвитку та екологічній стійкості. Ефективне втілення запланованих стратегій маркетингу та фінансів забезпечить необхідну підтримку для зростання та розвитку проекту.

Успіх стартапу буде залежати від здатності адаптуватися до ринкових умов, неперервного інноваційного розвитку продукту та встановлення довгострокових відносин з клієнтами. Ми віримо, що завдяки нашій відданості, знанням і стратегічному підходу, стартап займе своє місце як ключовий гравець у галузі енергетичних технологій.

ВИСНОВКИ

Використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) дозволяє зменшити використання традиційних вуглеводневих енергоносіїв. Декарбонізація, децентралізація і діджиталізація становлять основні концепції, без яких неможливий енергетичний перехід.

Розвиток спонукає до пошуку нових енергоефективних рішень, зокрема використання ВДЕ та сучасного програмного забезпечення. Автоматизовані системи управління енергозабезпеченням є ефективним засобом оптимізації енергоспоживання. Розроблені методи автоматизації управління можуть пристосовуватися до різних кліматичних та погодних умов, будучи використані як у самостійних, так і у великих об'єднаних енергосистемах.

Умови воєнного часу можуть зробити автоматизовані системи уразливими перед хакерськими атаками. Подальші дослідження в цьому напрямку мають на меті науково обґрунтувати методи розрахунків при проектуванні систем теплопостачання об'єктів за допомогою сонячної енергії та тепла навколишнього середовища.

Також передбачається розробка практичних рекомендацій для побудови ефективних енергосистем з використанням відновлюваних джерел, включаючи резервування енергії через її акумуляцію. З'ясовано, що для визначення факторів, що впливають на температурний режим водноносного горизонту, важливе вивчення трендів зміни основних гідрологічних параметрів з часом. Виявлені незначні сезонні та добові варіації температур, що свідчать про порушення температурного режиму та можливий техногенний вплив на досліджувану ділянку.

Також аргументовано, що для ефективного використання водноносного горизонту як природного акумулятора теплової енергії необхідно провести попередні гідрогеологічні дослідження та якісно вивчити геоморфологічні,

геологічні та гідрогеологічні параметри досліджуваної ділянки, включаючи бурові роботи.

Аналітичні та експериментальні дослідження підтвердили, що геотермальні теплонасосні системи, що використовують вертикально встановлені усвердловини на глибину понад 15 метрів, потребують удвічі більших початкових інвестицій порівняно з аналогічними гідротермальними системами, проте мають високий коефіцієнт перетворення теплової енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вступ до Postman [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://habr.com/ru/company/kolesa/blog/351250/> (дата звернення: 11.09.2023).
2. Чому VS Code? [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode> (дата звернення: 11.09.2023)
3. Використання діаграми прецедентів [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://habr.com/ru/post/566218/> (дата звернення 18.10.2023)
4. Документація Postman [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://learning.postman.com/docs/sending-requests/requests/> (дата звернення: 15.11.2023).
5. Mark Masse REST API Design RuleBook : книга, 2011. 114 с. URL: <https://pepa.holla.cz/wp-content/uploads/2016/01/REST-API-Design-Rulebook.pdf> (дата звернення: 16.05.2023).
6. Створення блок-схеми [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9-%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BA-%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B-%D0%B2-visio-e207d975-4a51-4bfa-a356-eeec314bd276> (дата звернення 18.11.2023)
7. TypeScript Handbook [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/intro.html> (дата звернення: 21.11.2023).

8. Зрозумійте крок за кроком впровадження Vue Reactivity [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/js-dojo/understand-vue-reactivity-implementation-step-by-step-599c3d51cd6c> (дата звернення: 21.11.2023).
9. Як робити сортування в JavaScript [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://medium.com/@stasonmars/%D0%BA%D0%B0%D0%BA-%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%83-%D0%B2-javascript-%D0%BF%D1%80%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%89%D0%B8-sort-d492c97ccfdf> (дата звернення: 23.11.2023).
10. Керівництво по створенню рядка пошуку з автозавершенням пошуку [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://www.codingnepalweb.com/search-bar-autocomplete-search-suggestions-javascript/> (дата звернення: 24.11.2023).
11. Створення якомога простішого розбиття на сторінки JavaScript [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: <https://medium.com/geekculture/building-a-javascript-pagination-as-simple-as-possible-a9c32dbf4ac1> (дата звернення: 26.11.2023).
12. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Київ: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2012. 489 с (дата звернення: 27.11.2023).
13. Кудря С. О., Морозов Ю. П., Кузнецов М. П. Дослідження ефективності комбінованого використання енергії вітру, сонця і теплоти Землі для отримання водню при електролізі води. Водень в альтернатив-ній енергетиці та новітніх технологіях: Тези доп. нау-

- кової звітної сесії НАН України. 2013. Київ (дата звернення: 29.11.2023).
14. Матях С. В., Суржик Т. В., Резцов В. Ф. Визначення ефективності впровадження систем сонячного гарячого водопостачання. Відновлювана та воднева енергетика [Електронний ресурс] : веб-сайт. URL: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1\(60\).17-22](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.1(60).17-22) (дата звернення: 01.12.2023).
 15. Зур'ян О. В. Комбіновані енергосистеми для ефективного отримання екологічно безпечної енергії. Екологія та промисловість. 2016. №3. С. 96–100. (дата звернення: 05.12.2023).
 16. Тимчук С. О. Прийняття оптимальних рішень при керуванні гібридними електричними мережами з відновлювальними джерелами енергії. / С. О. Тимчук, В. В. Шендрик, С. О. Шендрик, О.В. Шулима / Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2016. №2 (34). С. 55–61. (дата звернення: 09.12.2023).
 17. Зур'ян О. В. Екологічно безпечні відновлювані джерела отримання теплової енергії. Укр. Держ. геологорозвідувальний ін-т [Електронний ресурс]: автор дисертації Зур'ян О. В. Режим доступу: http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/dis_Zurian.pdf (дата звернення: 10.12.2023).
 18. Матях С. В., Зур'ян О. В. Система управління енергетичним кластером на основі теплового насоса [Електронний ресурс]: веб-сайт. URL: <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/405> (дата звернення: 10.12.2023).
 19. Зур'ян О. В., Олійніченко В. Г. Ефективність роботи буферного накопичувача гідротермальної теплонасосної системи як акумулятора теплової енергії [Електронний ресурс]: веб-сайт. URL:

<https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/388> (дата звернення: 10.12.2023).

20. Зур'ян О. В. Експериментальні дослідження теплового режиму гідротермальної теплонасосної системи [Електронний ресурс]: автор дисертації Зур'ян О. В. Режим доступу: http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/dis_Zurian.pdf (дата звернення: 10.12.2023).