

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ
ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ»**

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології
(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання
на відповідне джерело*

_____ Євгеній ГРИШКО
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: Євгеній ГРИШКО
здобувач вищої освіти
група ІСДМ-61

Керівник: Алла КАЛИНЮК
науковий ступінь,
вчене звання ДОЦЕНТ, К. М. Н.

Рецензент:
науковий ступінь,
вчене звання _____

Київ 2023

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІПЗАС

_____ Каміла СТОРЧАК
« _____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Гришко Євгеній Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка системи моніторингу температури центру обробки даних.

керівник кваліфікаційної роботи Алла КАЛИНЮК к. м. н., доцент,
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій від «19» 10.2023р. №145

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «29» грудня 2023р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, технічна документація центрів обробки даних, вимоги до систем моніторингу ЦОД.

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

Дослідження принципу створення моніторингової системи температури центрів обробки даних

Аналіз можливості впровадження та використання системи моніторингу BrstControl

Розробка системи та макету користувацького інтерфейсу

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Використання моніторингових систем для контролю температури ЦОД
2. Технічні аспекти розробки моніторингових систем для контролю температури ЦОД
3. Архітектура системи
4. Прототипування користувацького інтерфейсу системи

6. Дата видачі завдання «19» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	19.10-05.11.23	
2	Вивчення теоретичних основ розробки і застосування систем моніторингу температур	05.11-12.11.23	
3	Дослідження технічних аспектів реалізації систем моніторингу температур	13.11-18.11.23	
4	Аналіз ефективності систем моніторингу температур	19.11-23.11.23	
5	Розробка системи моніторингу температур ЦОД	24.11-03.12.23	
6	Прототипування мобільного додатку BrstControl	04.12-10.12.23	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	11.12-20.12.23	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.12-29.12.23	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Євгеній ГРИШКО

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Алла КАЛІНІУК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 75 стор., 31 рис., 30 джерел.

Мета даного дослідження полягає в оцінці ефективності систем моніторингу температури для центрів обробки даних та створенні прототипу такої системи. Об'єктом дослідження є впровадження моніторингу температури в інфраструктуру центрів обробки даних для забезпечення їхньої надійності та оптимальних умов функціонування.

Предметом дослідження є технології та архітектура розробки систем моніторингу температури для центрів обробки даних. У роботі буде проведено аналіз технічних аспектів та етапів розробки таких систем, а також визначено вимоги до їх ефективності.

Короткий зміст дослідження охоплює огляд сервісів хмарних вимог для систем моніторингу температури, аналіз технічних аспектів розробки та етапів впровадження таких систем. Крім того, буде розроблений прототип системи моніторингу температури для центру обробки даних.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОБІЛЬНІ ДОДАТКИ, МОНІТОРИНГ, ІНТЕРФЕЙС, ДАТАЦЕНТР.

ABSTRACT

The text part of the qualifying work for obtaining a master's degree: 75 pages, 31 figures, 30 sources.

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of temperature monitoring systems for data centres and create a prototype of such a system. The object of the study is the implementation of temperature monitoring in the infrastructure of data centres to ensure their reliability and optimal operating conditions.

The subject of the study is the technologies and architecture for developing temperature monitoring systems for data centres. The paper will analyse the technical aspects and stages of developing such systems, as well as define the requirements for their efficiency.

The scope of the study includes an overview of cloud-based requirements services for temperature monitoring systems, analysis of technical aspects of development and implementation stages of such systems. In addition, a prototype of a temperature monitoring system for a data centre will be developed.

KEYWORDS: MOBILE APPLICATIONS, MONITORING, INTERFACE, DATA CENTRE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ.....	8
1.1 Огляд центрів обробки даних.....	8
1.2 Вивчення принципу роботи центрів обробки даних.....	15
1.3 Вивчення впливу температури на обладнання центрів обробки даних.....	27
2 АНАЛІЗ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ.....	33
2.1 Огляд існуючих систем моніторингу температур.....	33
2.2 Інноваційні технології в сфері моніторингу температур.....	39
2.3 Аналіз ефективності існуючих систем моніторингу температур....	46
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ BRSTCONTROL.....	49
3.1 Загальні складові системи BrstControl.....	49
3.2 Інтерфейс системи моніторингу BrstControl.....	56
3.3 Можливості впровадження застосунку BrstControl.....	62
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	76

ВСТУП

Актуальність теми: В наш час надзвичайно важливо приділяти увагу надійності та безпеці центрів обробки даних, особливо з урахуванням стрімкого розвитку технологій та зростання обсягу інформації. Створення ефективної системи моніторингу температури для таких центрів визначається як критичне завдання для забезпечення оптимальних умов функціонування обладнання та уникнення можливих аварій. Сучасні тенденції вимагають посилення заходів забезпечення безпеки та надійності інфраструктури обробки даних. Розробка ефективної системи контролю за температурою стає актуальною для оптимізації роботи обладнання та попередження можливих технічних неполадок і аварій в умовах постійних змін у технологічному середовищі.

Мета дослідження - розробка та оцінка ефективності мобільного додатку BrstControl для надійного моніторингу роботи датацентрів.

Завдання дослідження включають:

- Розробка концепції системи моніторингу температури для центру обробки даних.
- Створення програмного забезпечення для надійного збору, обробки та аналізу даних щодо температурного режиму з подальшим наданням висновків.
- Проектування інтерфейсу користувача для візуалізації інформації про температурний стан обладнання центру обробки даних.
- Проведення тестування та оцінка продуктивності розробленої системи моніторингу температури в центрі обробки даних з метою переконання у її надійності та відповідності вихідним завданням.

Об'єктом дослідження є розробка технологічних рішень та структури для системи моніторингу температури в центрі обробки даних. Наша мета - дослідити різні технології та визначити оптимальну архітектуру, яка забезпечить точний та надійний моніторинг

температурних параметрів. Наша робота спрямована на розробку інноваційного рішення для забезпечення безпеки та ефективності в області контролю температури в обладнанні центру обробки даних.

Методи дослідження: вивчення сучасних підходів до моніторингу температури в центрі обробки даних через аналіз літературних джерел та їх впливу на надійність системи.

Розробка алгоритмів машинного навчання для забезпечення точності та ефективності обробки та аналізу температурних даних.

Проведення тестування системи на різних етапах розробки з метою визначення її ефективності та надійності в умовах моніторингу температурного режиму обладнання центру обробки даних.

Апробація результатів магістерської роботи: Бондаренко Д.А. «Роль мобільних додатків для підтримки фізичного здоров'я та фітнесу». Тези доповіді на Всеукраїнській Науково-технічній конференції «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і Світу». – Київ, 28 листопада 2023 р.

Публікації: Гришко Є. Ю. «Системи моніторингу температури центрів обробки даних, які використовують технологію BrstControl». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ - №1, 2024. – С.124-140.

Науковою новизною є створення інноваційного мобільного додатку, яка враховує індивідуальні особливості користувачів та забезпечує персоналізовані рекомендації для занять спортом. *Практична значущість* полягає в можливості впровадження системи для підтримки здоров'я та поліпшення якості життя населення. Цей дослід проявляється у вдосконаленні підходів до індивідуалізації мобільних додатків та розвитку інноваційних рішень для підтримки здоров'я та ведення здорового способу життя.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

1.1 Огляд центрів обробки даних

Сучасні центри обробки даних відрізняються від попередніх у багатьох аспектах. Інфраструктура, яка раніше базувалася на фізичних серверах, тепер перейшла на віртуальні мережі. Ці мережі дозволяють керувати програмами та завданнями, використовуючи спільні фізичні ресурси у різних географічних місцях, включаючи різноманітні хмарні середовища.

У сучасних умовах дані розміщені і взаємопов'язані у кількох центрах обробки даних. Вони можуть знаходитись на периферії, в публічних та приватних хмарних середовищах. Центр обробки даних має можливість спілкуватися з різними цими майданчиками, незалежно від того, чи є вони локальними ресурсами, чи хмарними.

Навіть публічна хмара є набором центрів обробки даних. Такі хмарні сервіси дозволяють додаткам використовувати ресурси центрів обробки даних, які належать постачальникові хмарних послуг. Це робить можливим використання ресурсів хмари для обробки даних та виконання завдань, пов'язаних з цими даними.

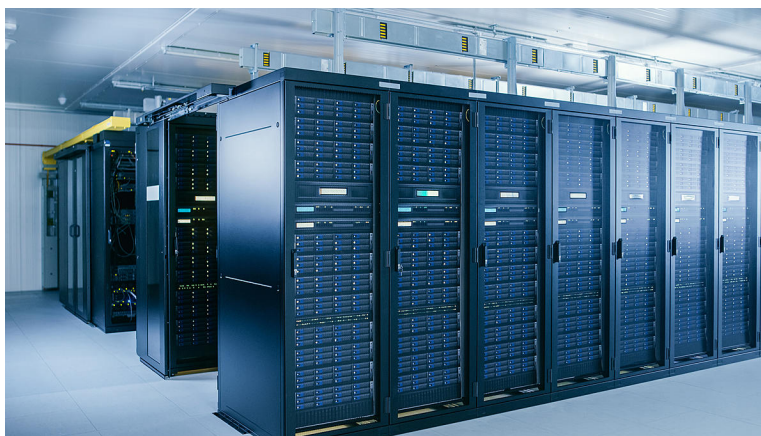


Рис. 1.1 Центр обробки даних [1]

Центри обробки даних є стержнем для оптимальної роботи багатьох важливих аспектів у сфері корпоративних ІТ. Вони мають важливе значення у підтримці та забезпеченні функціонування різних бізнес-додатків та інших функцій компаній:

1. Електронна пошта та обмін файлами: Центри обробки даних забезпечують безпечне зберігання, обробку та надійний обмін електронною поштою та файлами.
2. Додатки для підвищення продуктивності: Вони допомагають у використанні програм для підвищення продуктивності співробітників, забезпечуючи доступ до важливих ресурсів і інструментів.
3. CRM (управління взаємовідносинами з клієнтами): Центри обробки даних створюють інфраструктуру для зберігання та обробки даних про клієнтів, полегшуючи взаємодію та підтримку співпраці з ними.



Рис. 1.2 Управління взаємовідносин з клієнтами [2]

4. ERP та бази даних: Вони забезпечують інтегровану систему для управління різними аспектами бізнесу, включаючи фінанси, логістику, кадри та інші ключові функції.



Рис. 1.3 Планування ресурсів [3]

5. Big Data, AI та ML: Центри обробки даних надають необхідність для зберігання та обробки великих обсягів даних, які використовуються для аналізу, прогнозування та впровадження інноваційних технологій, таких як штучний інтелект та машинне навчання.

6. Віртуальні робочі столи, засоби зв'язку та спільної роботи: Центри обробки даних забезпечують надійний доступ до віртуальних робочих столів та інших інструментів для спільної роботи, полегшуючи комунікацію та співпрацю між співробітниками.

Таким чином, ці центри відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійної роботи корпоративних систем, обробці та зберіганні великого обсягу даних, а також сприяють впровадженню передових технологій у сфері бізнесу.

Центри обробки даних виступають основним елементом для зберігання, обробки та поширення інформації. Ось як вони працюють:

1. **Мережева безпека:** у центрах обробки даних використовуються пристрої мережевої безпеки, такі як брандмауери та системи захисту від вторгнень, для гарантування безпеки й цілісності даних.
2. **Доставка додатків:** механізми цих центрів забезпечують стійкість та доступність додатків. Це означає, що вони автоматично переключаються на резервні ресурси або розподіляють навантаження, щоб уникнути перебоїв і гарантувати безперервну роботу додатків.
3. **Обробка даних:** центри обробки даних використовуються для обробки великих обсягів інформації. Тут використовуються потужні сервери та обчислювальні ресурси для швидкої та ефективної роботи з даними.
4. **Зберігання даних:** центри обробки даних також відповідають за зберігання значних обсягів інформації. Вони використовують системи сховищ даних та резервного копіювання для забезпечення безпеки та доступності інформації.
5. **Управління ресурсами:** центри обробки даних використовують різноманітні програмні та апаратні рішення для ефективного розподілу ресурсів, включаючи обчислювальну потужність, мережеві ресурси та сховища даних, для оптимальної роботи всієї системи.

Центри обробки даних стали необхідною складовою сучасних технологічних систем, забезпечуючи надійність, безпеку та ефективність у роботі з даними.

Категорії стандарту ANSI/TIA-942 (рис 1.4) визначають рівні надійності та відмовостійкості інфраструктури центрів обробки даних.

ANSI/TIA-942-2005 STANDARD

- ❑ Main Distribution Area (MDA)
- ❑ Horizontal Distribution Area (HDA)
- ❑ Equipment Distribution Area (EDA)
- ❑ Zone Distribution Area (ZDA)

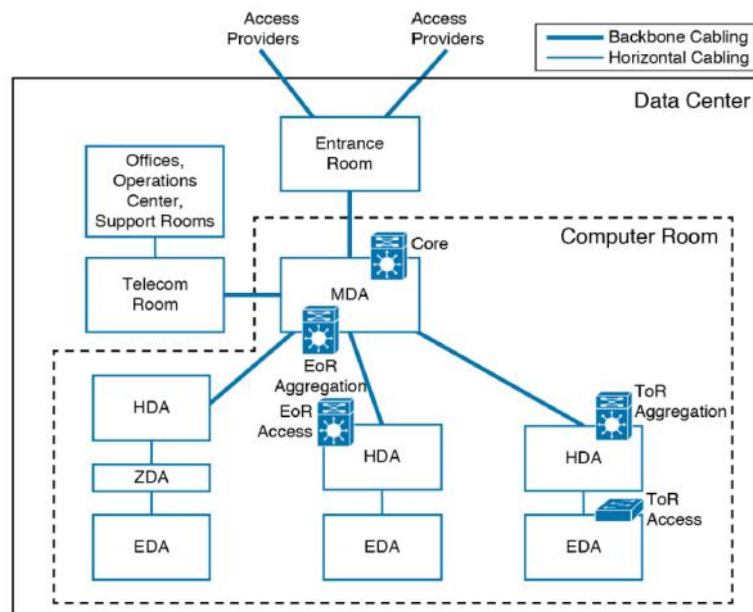


Рис. 1.4 Стандарт ANSI/TIA-942 [4]

1. Рівень 1: цей рівень відповідає базовій інфраструктурі майданчика, що має обмежений захист від фізичних подій. Тут використовуються компоненти з одиночною ємністю, тобто немає надлишковості. Крім того, єдиний шлях розподілу означає, що якщо якийсь компонент вийде з ладу, інфраструктура може припинити свою роботу.
2. Рівень 2: це вже інша історія. Інфраструктура центру обробки даних на цьому рівні має компоненти з надлишковою ємністю, тобто дублювання, яке дозволяє в разі відмови одного компонента автоматично переключити роботу на інший. Однак єдиний недубльований шлях розподілу означає, що є ризик в разі відмови цього шляху.
3. Рівень 3: інфраструктура на цьому рівні відзначається можливістю паралельного обслуговування. Вона має компоненти з надлишковою ємністю та кількома незалежними шляхами розподілу. Це дозволяє

відновлювати роботу навіть при відмові одного чи кількох компонентів без зупинки системи.

4. Рівень 4: це вже високий рівень надійності. Інфраструктура центру обробки даних на цьому рівні має компоненти з надлишковою потужністю та кількома незалежними шляхами розподілу. Це означає, що навіть у випадку відмови одного чи кількох компонентів система може продовжувати працювати без перерви.

Класифікація дата-центрів є важливою складовою в сучасному світі, де зберігання та обробка даних мають вирішальне значення для бізнесу. Ця класифікація ґрунтується на кількох ключових аспектах, таких як власність, модель обслуговування, технології, що використовуються, і рівень енергоефективності.

1. Корпоративні дата-центри:

корпоративні дата-центри є основними складовими внутрішньої інфраструктури компаній. Вони створюються та управляються самою компанією для забезпечення оптимізації роботи її власних користувачів. Ці центри найчастіше розташовані на території корпоративних кампусів, де є офісні приміщення компанії.



Рис. 1.5 Корпоративні дата-центри [5]

2. Центри обробки даних з керованими послугами:

ці дата-центри управляються третьою стороною від імені компанії. Компанія орендує необхідне обладнання та інфраструктуру у постачальника керованих послуг замість придбання їх на власність.

3. Колокаційні дата-центри:

колокаційні дата-центри надають можливість компаніям орендувати простір у центрах обробки даних, що належать іншим особам і розташовані поза їхніми офісними приміщеннями. У цьому випадку, компанія забезпечує власне обладнання, тоді як базова інфраструктура перебуває у власності оператора центру.

4. Хмарні центри обробки даних:

хмарні центри обробки даних є ключовими в архітектурі хмарних обчислень. У цих центрах дані та додатки зберігаються та обробляються у постачальника хмарних послуг, таких як Amazon Web Services, Microsoft

Azure, IBM Cloud та інші. Вони надають інфраструктуру для зберігання та обробки даних, забезпечуючи широкий доступ з будь-якого місця.

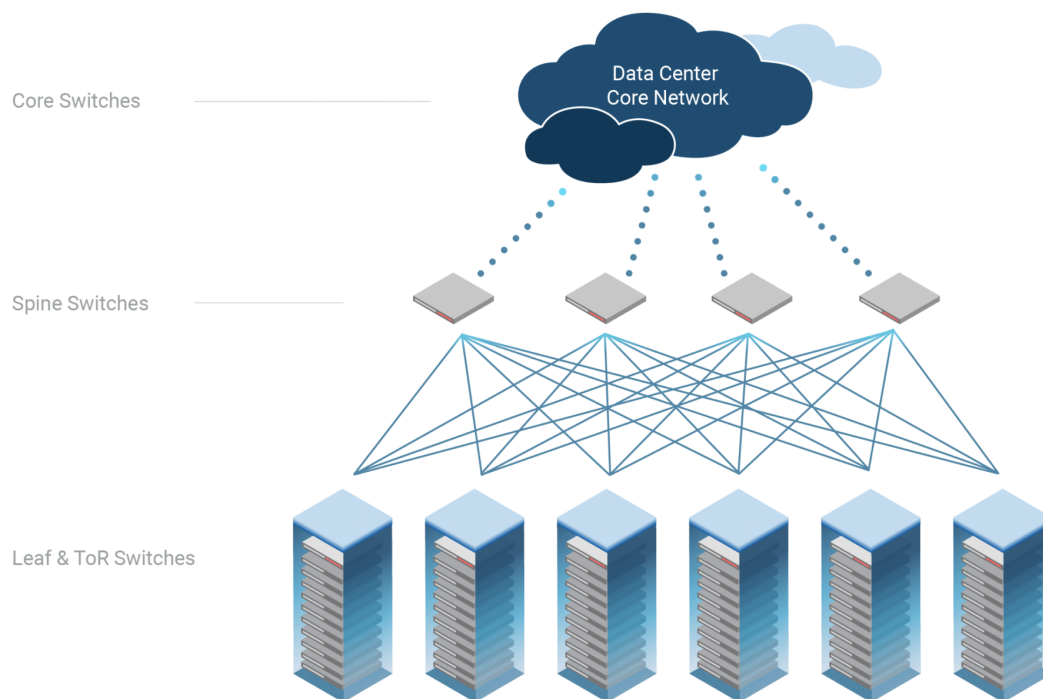


Рис. 1.6 Хмарні центри обробки даних [6]

Класифікація дата-центрів є ключовою для розуміння і вибору оптимальної моделі для підприємств. Враховуючи різноманітність цих типів, компанії можуть здійснювати свій вибір з урахуванням потреб у зберіганні та обробці даних, власних можливостей та стратегічних цілей.

1.2 Вивчення принципу роботи центрів обробки даних

Центри обробки даних (ЦОД) є важливими для функціонування сучасних підприємств, надаючи необхідні обчислювальні ресурси для додатків, забезпечуючи місце для зберігання інформації та створюючи мережу для зв'язку працівників з важливими ресурсами. Прогнози від експертів показують, що традиційні локальні ЦОД поступово поступаються місцем хмарним рішенням. Однак для багатьох компаній все ще важлива локальна інфраструктура для певних додатків, і тому ЦОД активно розвиваються.

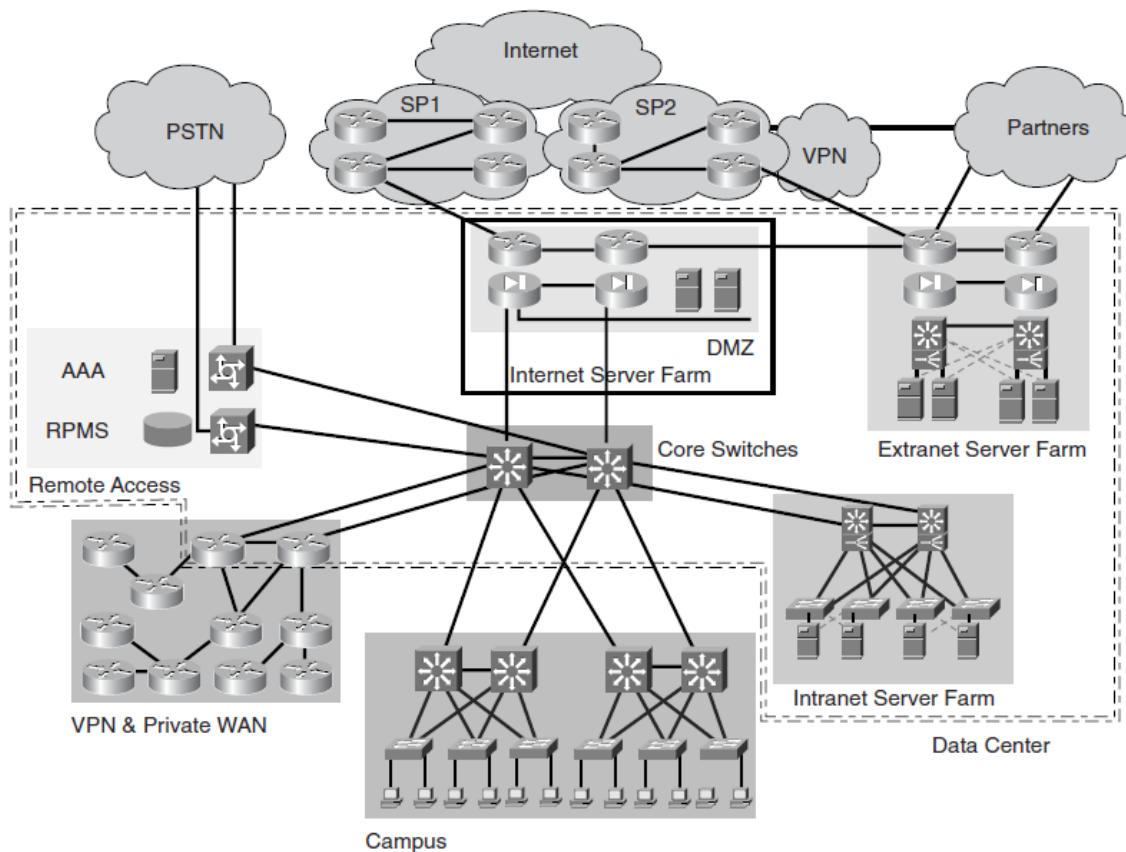


Рис. 1.7 Хмарні центри обробки даних у компаніях [7]

Нинішні ЦОД стають більш розподіленими та орієнтуються на периферійні мережі для обробки даних, які використовуються в Інтернеті речей. Їхнє оновлення відбувається за допомогою передових технологій, таких як віртуалізація та контейнеризація, для забезпечення більш ефективної роботи. Також спостерігається інтеграція хмарних функцій, таких як самообслуговування, для оптимізації робочих процесів. Локальні ЦОД інтегруються з хмарними ресурсами, створюючи гібридну модель, яка забезпечує більшу гнучкість та ефективність у використанні ресурсів.

Раніше ЦОД були доступні лише великим компаніям, які мали достатньо простору, ресурсів та персоналу для їх утримання. Сьогодні ЦОД існують у різних формах: колокаційні, хостингові, хмарні та периферійні. Незалежно від конкретної форми, ЦОД залишаються місцем,

де розміщені сервери додатків і зберігання даних працюють без перебоїв, забезпечуючи постійну доступність, 24 години на добу.

Колокаційні ЦОД дозволяють компаніям орендувати простір у власників дата-центрів, утримуючи власну інфраструктуру. Ці дата-центри гарантують надійність та безпеку, зберігаючи ресурси компанії за межами її власних приміщень.

Хмарні ЦОД надають віртуальну інфраструктуру через мережу Інтернету, дозволяючи доступ до ресурсів без необхідності володіння чи обслуговування обладнання. Периферійні ЦОД знаходяться ближче до джерела даних, забезпечуючи швидший доступ до інформації.

Загальна риса всіх видів ЦОД полягає в постійному прагненні до ефективності та надійності. Центри обробки даних, незалежно від їхньої форми чи місця розташування, залишаються ключовими в мережі технологічних можливостей, які підтримують сучасний бізнес.

Центри обробки даних, хоч і невидимі для більшості, є необхідною основою в сучасному інформаційному світі. Їх функції включають зберігання, обробку та передачу великих обсягів даних. Засновані на передових технологіях, ці центри забезпечують надійність, безпеку та безперебійну роботу систем. Розглянемо ключові компоненти, що складають базову інфраструктуру дата-центру.

Енергопостачання:

надійне живлення є однією з основних складових дата-центру. Для постійного живлення обладнання використовуються резервні ланцюги живлення та надійні джерела електроенергії, такі як безперебійні джерела живлення та дизель-генератори, що забезпечують безперебійну роботу обладнання при відмові основного живлення.

Охолодження:

електроніка генерує тепло, яке потребує ефективної системи охолодження, щоб уникнути пошкоджень. Системи охолодження повинні створювати оптимальний баланс між охолодженням повітря та видаленням тепла, забезпечуючи ефективну роботу обладнання.

Мережеві з'єднання:

Велика мережа з'єднує обладнання в дата-центрі для обміну даними. Постачальники мережевих послуг забезпечують надійний доступ до зовнішнього світу, що дозволяє користувачам отримувати доступ до даних з будь-якого місця.

Системи Безпеки:

фізична та кібернетична безпека - це невід'ємна частина функціонування дата-центру. Спеціально розроблені засоби захисту гарантують безпечний доступ до обладнання лише авторизованим користувачам.

Ці складові є фундаментальними для забезпечення надійності та захисту даних у центрах обробки. Вони утворюють комплексну інфраструктуру, що забезпечує безперервну роботу та захищає найцінніші дані.

Сервери (рис. 1.9) відіграють надзвичайно важливу роль у функціонуванні будь-якого Центру обробки даних (ЦОД), забезпечуючи обчислювальні можливості для обробки та зберігання інформації. Ось докладніше про фізичні та віртуальні сервери:



Рис. 1.8 Сервери [8]

1. Фізичні сервери: Це конкретні апаратні пристрої, що включають центральний процесор (CPU), оперативну пам'ять (RAM), жорсткі диски для зберігання даних та можуть включати інші компоненти, такі як мережеві карти, контролери введення-виведення та інше обладнання. Фізичні сервери можуть знаходитися у спеціальних приміщеннях або центрах обробки даних.

2. Віртуальні сервери: Це програмне середовище, яке імітує фізичний сервер і створене на базі технології віртуалізації. Віртуальні сервери дозволяють одному фізичному серверу запускати декілька віртуальних операційних систем, що працюють незалежно один від одного. Вони ефективно використовують ресурси фізичного сервера, розділяючи його на окремі віртуальні середовища.

Фізичні сервери мають свої унікальні характеристики, такі як конкретна обчислювальна потужність, обсяг оперативної пам'яті та місце для зберігання. Однак вони можуть бути менш гнучкими у розширенні або перерозподілі ресурсів.

Навпаки, віртуальні сервери надають гнучкість у використанні ресурсів, їх можна легко масштабувати або змінювати за потребою. Вони дозволяють ефективніше використовувати ресурси фізичного сервера й зменшують витрати на обслуговування та енергоспоживання.

Вибір між фізичними та віртуальними серверами залежить від конкретних потреб компанії, бюджету, потреб у масштабуванні та інших факторів. Більшість сучасних Центрів обробки даних використовують комбінацію фізичних і віртуальних серверів для оптимального використання ресурсів і найкращого задоволення потреб бізнесу.

Сховища даних – це важлива складова будь-якого Центру обробки даних (ЦОД), яка забезпечує місце для зберігання, організації та доступу до великих обсягів інформації. Це можуть бути різні системи та технології, які відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного управління даними.

Існує кілька типів сховищ даних, які використовуються в ЦОД:

1. Сервери з великими обсягами дискового простору: Ці сервери оснащені значними кількостями жорстких дисків або SSD, які дозволяють зберігати величезні обсяги інформації. Вони використовуються для зберігання даних та виконання обчислень над ними.
2. Системи зберігання на основі хмарних технологій: Ці хмарні сховища даних призначені для зберігання інформації на віддалених серверах, доступ до яких забезпечується через Інтернет. Це може бути

публічний хмарний сервіс, що надається провайдерами послуг, такими як Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure або Google Cloud.

3. Системи зберігання мережевих областей (SAN - Storage Area Network): SAN – це мережа, яка поєднує сервери та сховища даних, що створює ефективну та надійну інфраструктуру для зберігання. Вони забезпечують швидкий доступ до даних та резервне копіювання.

4. Системи зберігання для мережевих областей (NAS - Network Attached Storage): NAS – це спеціалізовані пристрої, що підключаються до мережі та надають доступ до збережених на них даних. Часто використовуються для спільного доступу до даних у робочих групах або під час резервного копіювання.

Ці різні види сховищ даних забезпечують різні рівні доступності, швидкості, масштабованості та безпеки, що дозволяє організаціям вибирати та налаштовувати оптимальні рішення для зберігання та обробки своїх даних, враховуючи їх потреби та вимоги.

Мережеві комутатори (рис. 1.9) та маршрутизатори є важливими складовими центрів обробки даних (ЦОД), відповідальними за надійний обмін інформацією між різними компонентами ЦОД та зовнішніми мережами. Ці пристрої виконують різноманітні завдання, спрямовані на оптимізацію мережевого трафіку та забезпечення безпеки обміну даними. Ось кілька ключових аспектів їх функціонування:



Рис. 1.9 Мережеві комутатори[9]

1. Управління даними: мережеві комутатори поєднують різні пристрої (наприклад, сервери, сховища даних, мережеве обладнання) всередині ЦОД. Вони спрощують рух даних, направляючи їх від відправника до призначення.
2. Маршрутизація даних: маршрутизатори керують потоком інформації між ЦОД та зовнішніми мережами. Вони визначають найкращий шлях для передачі даних від одного пристрою до іншого, забезпечуючи ефективну доставку.
3. Керування мережею: ці пристрої відповідають за контроль мережевого трафіку. Налаштовуються для розподілу навантаження, балансування навантаження та застосування політик безпеки.
4. Захист мережі: комутатори та маршрутизатори забезпечують захист мережі, фільтруючи трафік, використовуючи правила доступу та виявляючи потенційні атаки.

5. Розширення мережі: ці пристрої дозволяють розширювати мережу, додавати нові пристрої та ресурси для відповіді на зростаючі потреби обчислювальної та мережевої потужності ЦОД.

Мережеві комутатори та маршрутизатори - важливі елементи інфраструктури ЦОД, які забезпечують надійний, швидкий та безпечний обмін даними, що важливо для ефективної роботи бізнес-додатків та забезпечення продуктивності організації.

Брандмауери (рис. 1.8) та системи безпеки є невід'ємними складовими у центрах обробки даних. Вони грають важливу роль у захисті інформації та інфраструктури від можливих загроз, забезпечуючи безпеку та конфіденційність даних.

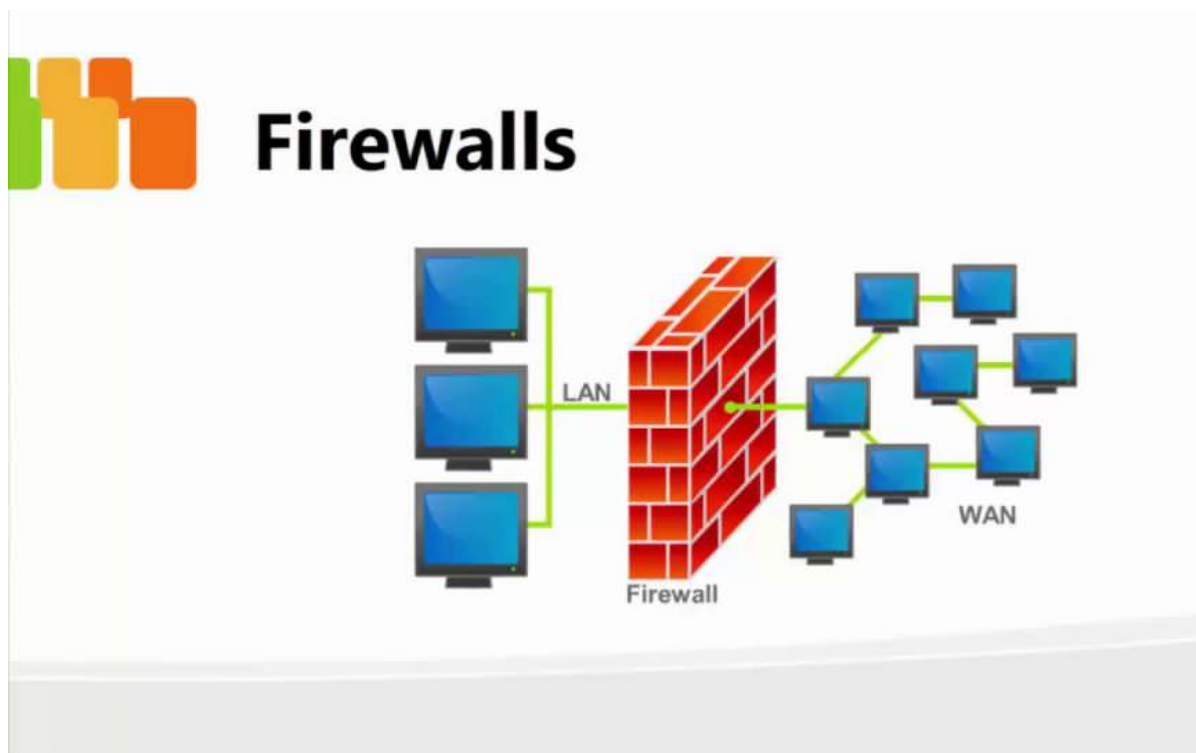


Рис. 1.10 Брандмауери [10]

1. Захист від несанкціонованого доступу: брандмауери, системи ідентифікації та автентифікації, а також контроль доступу - усі ці складові використовуються для переконливої автентифікації та авторизації

користувачів. Вони регулюють доступ до важливих даних та систем тільки для авторизованих осіб.

2. Захист від зовнішніх загроз: це включає застосування різноманітних видів захисту, таких як мережеві брандмауери, системи виявлення вторгнень (IDS) та захисту від вторгнень (IPS). Вони виявляють та блокують потенційно шкідливий трафік, атаки, віруси, спам та інші загрози, що можуть пошкодити інформацію або порушити роботу систем.

3. Забезпечення конфіденційності даних: шифрування даних, контроль доступу, створення резервних копій та інші заходи використовуються для захисту конфіденційної інформації. Ці заходи допомагають уникнути несанкціонованого доступу та зберігають безпеку даних навіть у випадку витоку інформації чи подій, пов'язаних з безпекою.

4. Фізична безпека: окрім цифрових заходів безпеки, системи безпеки ЦОД також включають контроль доступу до приміщень, відеоспостереження, датчики пожежі та інші фізичні заходи для захисту самої інфраструктури.

Ці системи використовуються для забезпечення безпеки ЦОД, мінімізації можливих загроз, забезпечення надійності операцій та захисту конфіденційності даних, які зберігаються та обробляються у центрі обробки даних.

Системи охолодження та живлення в центрах обробки даних мають ключове значення для забезпечення нормальної працездатності всіх їх складових. Основна мета цих систем - забезпечити сталу температуру та живлення, щоб уникнути перегріву та можливих відмов у роботі обладнання. Ось основні компоненти цих систем:

1. Кондиціонування повітря: у зв'язку з великою тепловою виробленістю обладнання, центри обробки даних потребують оптимальної

температури та вологості для ефективної роботи. Системи кондиціонування повітря забезпечують оптимальний мікроклімат для обладнання, здійснюючи охолодження приміщення.

2. Системи водяного охолодження: в більших дата-центрах, де потрібне потужне охолодження, використовують системи водяного охолодження. Ці системи можуть включати технології подачі холодної води до серверів для охолодження та відведення нагрітого поверненого потоку.

3. Необоротний джерелопостачання (UPS): системи UPS забезпечують постійний та стабільний потік електроенергії до обладнання, навіть у випадку перебоїв чи відключень електромережі. Це уникає втрати даних та можливих пошкоджень обладнання внаслідок несподіваних перерв у живленні.

4. Резервні електростанції: у разі тривалих відключень електроенергії, генератори надають додаткове джерело живлення для центрів обробки даних. Це дозволяє продовжити роботу обладнання, забезпечуючи необхідні ресурси для збереження даних та нормального функціонування в аварійних ситуаціях.

Ці системи охолодження та живлення є невід'ємною частиною інфраструктури дата-центрів. Вони гарантують стабільність, ефективність та надійність у роботі цих центрів, що має вирішальне значення для збереження та обробки значних обсягів інформації.

Системи моніторингу та керування, що знаходяться у центрах обробки даних, мають важливе значення для оптимізації роботи, безпеки та стійкості інфраструктури. Вони складаються з різних інструментів та програмного забезпечення, яке дозволяє адміністраторам ефективно відслідковувати, управляти та реагувати на події, що відбуваються у центрі обробки даних. Ось кілька ключових аспектів цих систем:

1. Моніторинг обладнання та систем: це охоплює постійний контроль за роботою серверів, мережевих комутаторів, сховищ даних, систем охолодження, живлення та інших пристроїв. Використовуються різноманітні датчики, програмне забезпечення та системи відстеження, що дозволяють вчасно виявляти проблеми та реагувати на них.
2. Системи сповіщень і тривоги: у випадку виникнення проблем чи помилок системи моніторингу автоматично надсилають повідомлення адміністраторам. Це дає змогу оперативно реагувати на ситуації та приймати необхідні заходи для їх вирішення.
3. Аналіз даних та звітність: ці системи здатні збирати та аналізувати великі обсяги даних про роботу обладнання та мережі. Це допомагає виявляти тенденції, передбачати можливі проблеми та планувати подальший розвиток інфраструктури.
4. Управління ресурсами: це включає автоматизоване керування ресурсами, таке як розподіл навантаження, масштабування обчислювальних потужностей та мережевих ресурсів.
5. Діагностика та відновлення після відмов: ці системи виявляють відмови та допомагають у відновленні працездатності систем після таких подій. Вони використовують інструменти для діагностики причин відмов та автоматизованих процедур відновлення.

Завдяки цим системам адміністратори центру обробки даних можуть ефективно контролювати роботу всіх компонентів інфраструктури, виявляти та реагувати на проблеми, що забезпечує надійну та безпечну роботу всієї системи.

Центри обробки даних (ЦОД) відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки, доступності та надійності даних. Низка аспектів у їхній інфраструктурі забезпечують ці цінності, починаючи з фізичної

безпеки, яка включає системи контролю доступу, відеоспостереження та системи безпеки, що виявляють пожежі та інші аварійні ситуації.

Інфраструктура для фізичної безпеки, така як системи контролю доступу, відеоспостереження та датчики пожежі, грає ключову роль у забезпеченні безпеки обладнання та даних у центрі обробки. Вони обмежують доступ до приміщень та спостерігають за подіями, забезпечуючи вчасне виявлення потенційних небезпек.

Крім того, використання хмарних послуг у ЦОД дозволяє зберігати та обробляти дані на серверах хмарних провайдерів, що забезпечує гнучкість та доступність. Інфраструктура "як послуга" дає можливість користуватися обчислювальними ресурсами без потреби власної фізичної інфраструктури, що сприяє ефективності та масштабованості.

Належна стратегія резервного копіювання, реплікації даних та системи відновлення є невід'ємною частиною ЦОД. Ці заходи гарантують, що в разі втрати основних даних можна швидко відновити роботу системи та зберегти важливу інформацію.

Ці аспекти і компоненти ЦОД спрямовані на забезпечення високого рівня безпеки, доступності та надійності у роботі. Вони є критичними для бізнес-процесів та збереження важливої інформації. Поєднання цих технологій та стратегій гарантує найвищі стандарти захисту та ефективності для даних, що обробляються та зберігаються в ЦОД.

1.3 Вивчення впливу температури на обладнання центрів обробки даних

Центри обробки даних (ЦОД) - це складні системи, які об'єднують у собі різноманітні апаратні компоненти, необхідні для зберігання, обробки та передачі великих обсягів інформації. Вони базуються на серверах, системах зберігання, мережевому обладнанні та блоках розподілу

електроенергії і є основою сучасної технологічної інфраструктури. Однак, разом із всією їхньою силою і можливостями, ЦОД постійно впливають на управління температурними режимами, що є важливими для їхньої ефективності та стійкості.

Центри обробки даних генерують значну кількість тепла під час роботи. Процеси обробки, зберігання та передачі даних призводять до підвищення температур у коридорах та приміщеннях, де розміщене обладнання. Це може вплинути на роботу обладнання та інфраструктури ЦОД.

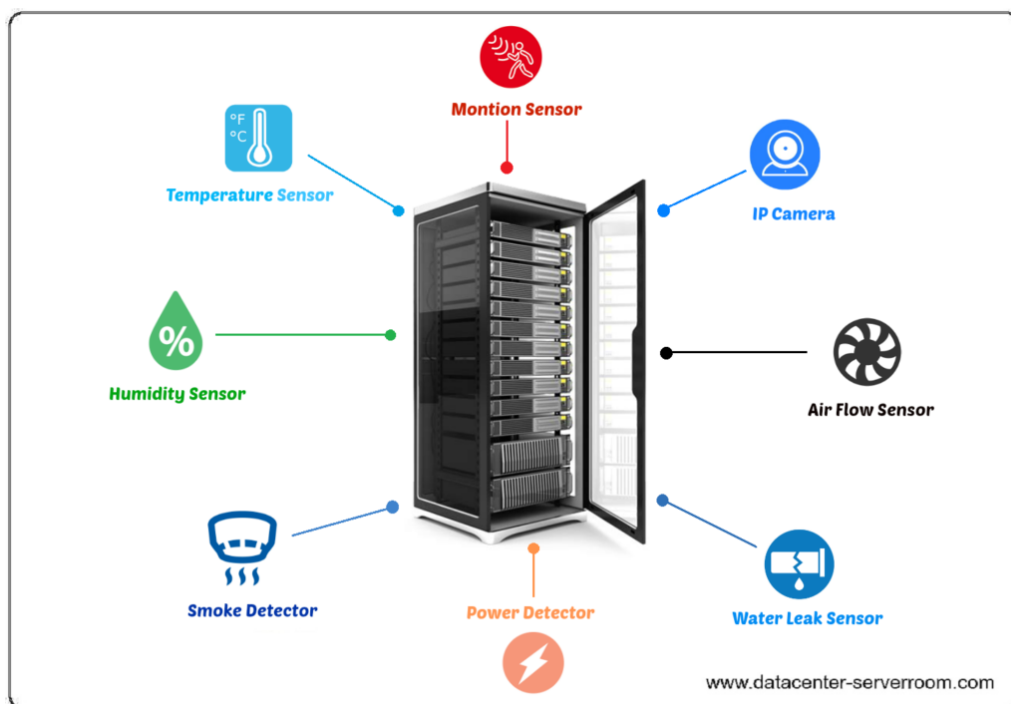


Рис. 1.11 Складові Центрив обробки даних[11]

Однією з наслідків надмірного нагрівання є зниження продуктивності обладнання. Відхилення від оптимальних температур можуть призвести до перегріву центральних процесорів та інших важливих частин, що зменшить швидкість обробки даних та збільшить кількість помилок. При серйозних перегрівих може статися відмова

обладнання, порушивши роботу центру обробки даних та призводячи до можливих втрат даних.

Підвищення температур також впливає на енергоефективність ЦОД. Висока температура змушує системи охолодження працювати напружено, збільшуючи споживання енергії. Це призводить до зростання операційних витрат та зниження загальної енергоефективності, що стає викликом для фінансової ефективності діяльності центру обробки даних.

Крім того, стабільність системи та її ефективна робота залежить від оптимальних температурних режимів. Поза межами рекомендованих значень висока температура може порушити стабільність системи, спричинивши проблеми та можливі простої.

Тривалість служби обладнання є не менш важливою. Постійний вплив високих температур може прискорити знос апаратних компонентів, що скорочує їхню термінову експлуатацію. Часті заміни обладнання можуть стати витратними та порушити роботу центру обробки даних, викликаючи проблеми у його функціонуванні.

Відповідальне управління температурними умовами у центрі обробки даних є критичним для забезпечення надійності, продуктивності та тривалості експлуатації всієї інфраструктури. Оптимізація систем охолодження та контроль температурних режимів є вирішальними завданнями, які стоять перед адміністраторами центрів обробки даних, оскільки це безпосередньо впливає на продуктивність та ефективність всієї системи.

Виявлення, відстеження та регулювання температурного режиму в центрах обробки даних – постійний процес контролю, спрямований на підтримку оптимальних умов для функціонування обладнання. Його

основна мета – забезпечити ефективну та надійну роботу техніки, що максимально продуктивно виконує завдання і використовує енергію.

Ця система контролю температури має кілька основних функцій:

1. Виявлення областей перегріву: Певні ділянки у центрі обробки даних можуть мати недостатнє охолодження або його нерівномірне розподілення. Система моніторингу температури допомагає виявити ці точки перегріву, що дозволяє негайно реагувати та усувати проблеми, щоб уникнути перегріву обладнання.
2. Попередження виникнення відмов: Активний моніторинг допомагає вчасно виявляти потенційні проблеми, пов'язані з температурою. Відслідковуючи їх на початкових стадіях, експлуатанти центру можуть уникнути неочікуваних відмов обладнання та мінімізувати непередбачені перебої за допомогою запобіжних заходів.
3. Оптимізація систем охолодження: Зібрані дані про температуру допомагають точно налаштувати системи охолодження для більш ефективного розподілу ресурсів і зменшення витрат енергії.
4. Управління середовищем: система моніторингу температури дозволяє контролювати параметри навколишнього середовища, створюючи оптимальну атмосферу для надійної роботи обладнання, яке вимагає особливих умов.

Значення реального моніторингу температури в центрі обробки даних вельми суттєве. Це постійне вимірювання і стеження за температурою, що дозволяє операторам центру отримувати миттєві оновлення щодо коливань температури, сповіщення про них та швидко реагувати на будь-які аномалії, що можуть виникнути. Такий підхід дозволяє запобігти досягненню критичних температурних рівнів, що

можуть бути небезпечними для обладнання, та уникнути потенційних перебоїв у обслуговуванні.

Центри обробки даних використовують складні системи охолодження, щоб відводити тепло, що генерується обладнанням. Правильне охолодження - ключовий аспект для забезпечення стабільних температурних умов та збереження ефективності роботи обладнання. Ось декілька найважливіших стратегій охолодження, що застосовуються у центрах обробки даних:

1. Прецизійне кондиціонування повітря (РАС): ці пристрої забезпечують цілеспрямоване охолодження і контроль вологості в певних зонах центру обробки даних за допомогою вдосконалених датчиків і систем управління для підтримки температур в межах жорстких нормативів.



Рис. 1.12 Прецизійне кондиціонування повітря (РАС) [12]

2. Ізоляція гарячих і холодних коридорів: використання ізоляції для розділення гарячого і холодного повітря в центрах обробки даних допомагає уникнути їх змішування, підвищує ефективність охолодження та зменшує енергоспоживання.

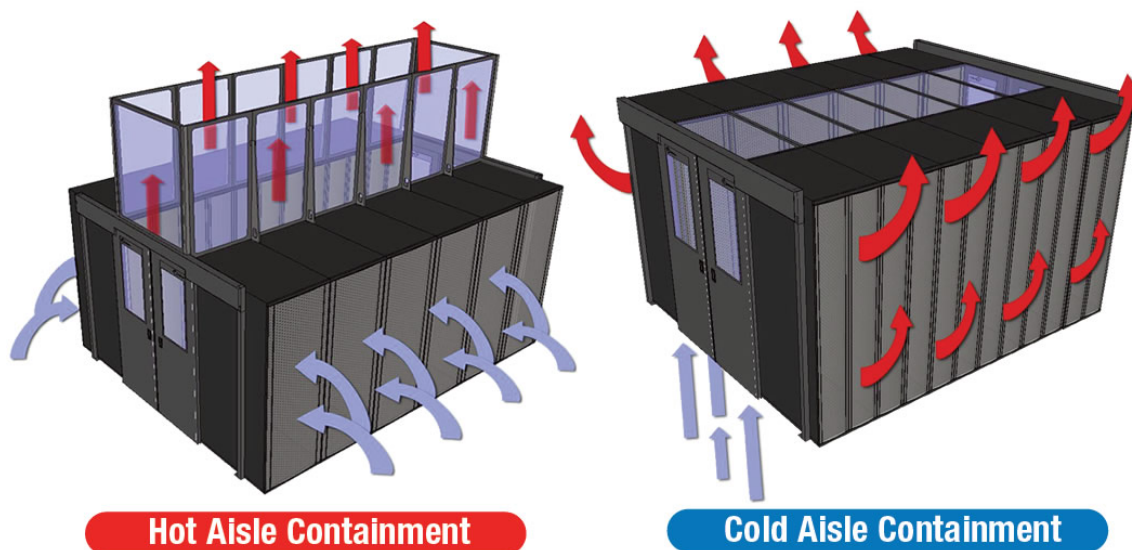


Рис. 1.13 Ізоляція гарячих і холодних коридорів [13]

3. Рідинне охолодження: технології рідинного охолодження, такі як пряме або занурення, надають ефективні засоби охолодження для серверних середовищ з високою щільністю розміщення обладнання, сприяючи більш ефективному розсіюванню тепла та зменшенню споживання енергії.
4. Обчислювальний аналіз гідродинаміки (CFD): моделювання та оптимізація схем повітряних потоків в центрах обробки даних допомагає краще розуміти розподіл температур та сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо охолодження обладнання.

2 АНАЛІЗ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

2.1 Аналіз вимог до систем моніторингу температур центрів обробки даних

Моніторинг умов та температури в дата-центрі є важливою частиною, яка впливає на його ефективність, надійність та довговічність. Цей процес передбачає постійне спостереження, контроль та регулювання температури та вологості у приміщенні, де розташовані серверні системи.

Основні аспекти моніторингу:

1. Оптимальні умови для обладнання: для ефективної роботи серверного обладнання необхідний оптимальний діапазон температур, який підтримує його продуктивність та надійність.
2. Запобігання перегріву: висока температура може призвести до перегріву пристроїв, що може пошкодити їх або призвести до відмови.
3. Ефективне використання енергії: контроль температури допомагає економно використовувати енергію, зменшуючи споживання електроенергії для охолодження.
4. Збереження обладнання: постійний моніторинг допомагає попередити пошкодження обладнання через зміни температури.

Принципи моніторингу температури в дата-центрі

1. Датчики температури та вологості: вони встановлені у різних частинах приміщення для постійного вимірювання температури та вологості.

2. Системи контролю та моніторингу: програмне забезпечення для моніторингу автоматично аналізує дані та надсилає повідомлення про відхилення від стандартів.

3. Відповідь на відхилення: системи контролю можуть автоматично реагувати на відхилення, наприклад, регулювати системи охолодження.

Технології та пристрої моніторингу температури

1. Системи керування КСО (рис. 2.1): вони вимірюють температуру та вологість і передають дані до централізованої системи.



Рис. 2.1 Приклад камери КСО [14]

2. Датчики температури: пристрої для моніторингу температури у різних ділянках дата-центру.



Рис. 2.2 Датчики температури [15]

3. Системи автоматизованого керування: програмне забезпечення для автоматичного управління системами охолодження та оптимізації енергоспоживання.



Рис. 2.3 Система автоматизованого керування [16]

4. Інтегровані системи моніторингу та управління: комплексні рішення для аналізу та автоматизації у виробничому середовищі.

Моніторинг температури в дата-центрі є ключовим аспектом для забезпечення безперебійної роботи обладнання та інфраструктури та збереження їх продуктивності.

Недоцільна організація центрів обробки даних та витрати на системи забезпечення життєдіяльності, такі як вентиляція, кондиціонування повітря, протипожежна безпека, контроль доступу та відеоспостереження, може призвести до негативних наслідків. В разі відмови центру обробки даних може виникнути блокування доступу до інформації, а в критичних випадках – неповернення або втрата даних.

Система контролю мікроклімату повинна забезпечувати необхідний рівень вологості та температури у серверному приміщенні для ефективної роботи обладнання протягом всього року та має бути призначена для

безперервної роботи. Для забезпечення надійності цієї системи та попередження аварій використовується система моніторингу мікроклімату.

Система моніторингу повинна виконувати наступні завдання:

1. Контролювати температуру та вологість у серверному приміщенні.
2. Запам'ятовувати значення параметрів мікроклімату.
3. Сповіщати про аварійні ситуації у разі перевищення встановлених значень параметрів мікроклімату у приміщенні.
4. Сповіщати користувачів про виникнення аварійних ситуацій за допомогою Інтернету та засобів мобільного зв'язку.

Спостереження за кімнатою включає в себе забезпечення температурного режиму в межах 18° - 27° C та вологості на рівні від 40% до 60%. Спостереження серверної кімнати або Центру обробки даних (ЦОД) означає контроль за оточуючим середовищем у кімнаті, таким як рівні вологості і температури. Зазвичай датчики температури і вологості розміщуються:

- У потенційно "гарячих" зонах всередині серверної або ЦОД.

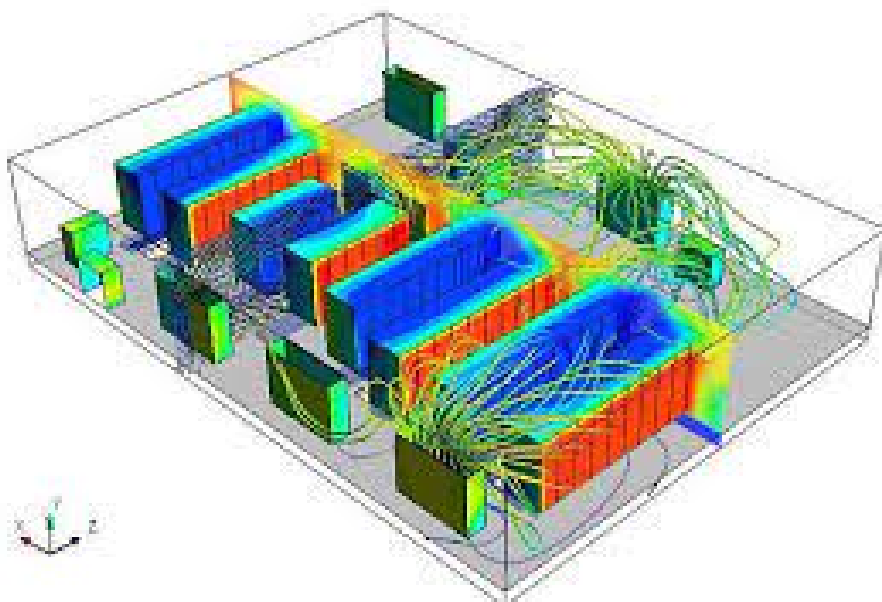


Рис. 2.4 Потенційно “гарячі” та “холодні” зони ЦОД [17]

- Біля кондиціонерів для попередження їх поломки.

У випадку, коли у серверній є кілька кондиціонерів, поломка одного може бути компенсована іншими, що запобігає повній відмові охолоджувальної системи через перевантаження. Рекомендується встановлювати датчики температури / повітряного потоку поруч з кожним кондиціонером для заздалегідь виявлення поломок.

Спостереження за вологістю так само важливе, як і контроль температури. Відносна вологість в серверних і ЦОД повинна знаходитися між 40% і 60%, оскільки занадто сухе повітря може спричинити накопичення статичної електрики, а занадто вологе - корозію, що може пошкодити обладнання.

Використання холодних коридорів всередині ЦОД може призвести до підвищення температури повітря поза коридорами. Хоча це може зменшити вартість електроенергії, моніторинг температури стає особливо важливим для запобігання поломкам кондиціонерів та забезпечення доступності систем.

Висока температура в кімнаті також може негативно вплинути на обладнання, яке не розташоване в стійках. При використанні гарячих коридорів слід уважно контролювати температуру по всій кімнаті, забезпечуючи достатнє охолодження для кожної стійки. Датчики температури, встановлені в стійках, можуть допомагати виявляти проблеми поруч з датчиками біля кондиціонерів.

Управління системами охолодження та опалення повинно бути централізованим, здатним зчитувати дані з датчиків температури та вологості та передавати відповідні команди для забезпечення необхідних умов у кімнаті. Система охолодження повинна бути надійною для

забезпечення постійної роботи та підтримки визначених параметрів температури та вологості повітря. У зимовий період може знадобитися додаткове опалення, яке слід ввімкнути або вимкнути відповідно до даних датчиків температури і вологості.

2.2 Інноваційні технології в сфері моніторингу температур

Іноваційні технології моніторингу температури значно покращили способи, якими організації ведуть спостереження за температурою в різних середовищах. Ось кілька ключових аспектів іновацій у цій області:

1. Хімічні індикатори представляють собою оптимальний варіант, якщо основними критеріями є простота та ефективність. Це один із найбільш поширених методів для вимірювання температури. Ці технології не використовують електроніку, а замість цього використовують безпечну хімічну реакцію, яка вказує на те, чи об'єкт був підданий температурному впливу поза ідеальним діапазоном.

На ринку існує різноманіття хімічних індикаторів, але більшість з них базується на системі кольорових кодів. Коли монітор піддається певній температурі, індикаторний папір змінює свій колір через хімічну реакцію, активовану температурою.

Деякі хімічні індикатори використовують передову систему моніторингу, тоді як інші можуть мати кілька індикаторних вікон або кодування кольорів. Наприклад, багато вакцин обладнані хімічними індикаторами на їхніх флаконах. Темний колір вказує на температурний діапазон, якому вони піддалися, і тривалість цього впливу. Інші хімічні індикатори є пороговими, змінюючи колір після певного температурного впливу.



Рис. 2.5 Хімічні індикатори температури [18]

2. Датчики температури з використанням Інтернету речей (IoT):

Сучасні пристрої для моніторингу температури, що знаходяться в лідерстві на ринку, представляють собою датчики, які підтримують концепцію Інтернету речей. Ця інноваційна технологія значно розширює можливості в галузі датчиків, забезпечуючи можливість дистанційного відстеження зібраних даних. Бездротові датчики температури на основі Інтернету речей знаходять широке застосування в індустрії Інтернету речей, зокрема в моніторингу температурно-чутливих товарів нового покоління.

Підприємства тепер мають змогу використовувати датчики температури Інтернету речей для віддаленого моніторингу стану своїх товарів під час їх виробництва та транспортування. Ці датчики можуть передавати дані в реальному часі, дозволяючи відстежувати продукти та виявляти миттєві зміни в температурі. В результаті впровадження бездротових датчиків температури, які використовують технологію Інтернету речей, компанії

отримують можливість зменшити ризик втрати товарів і збільшити свої прибутки.

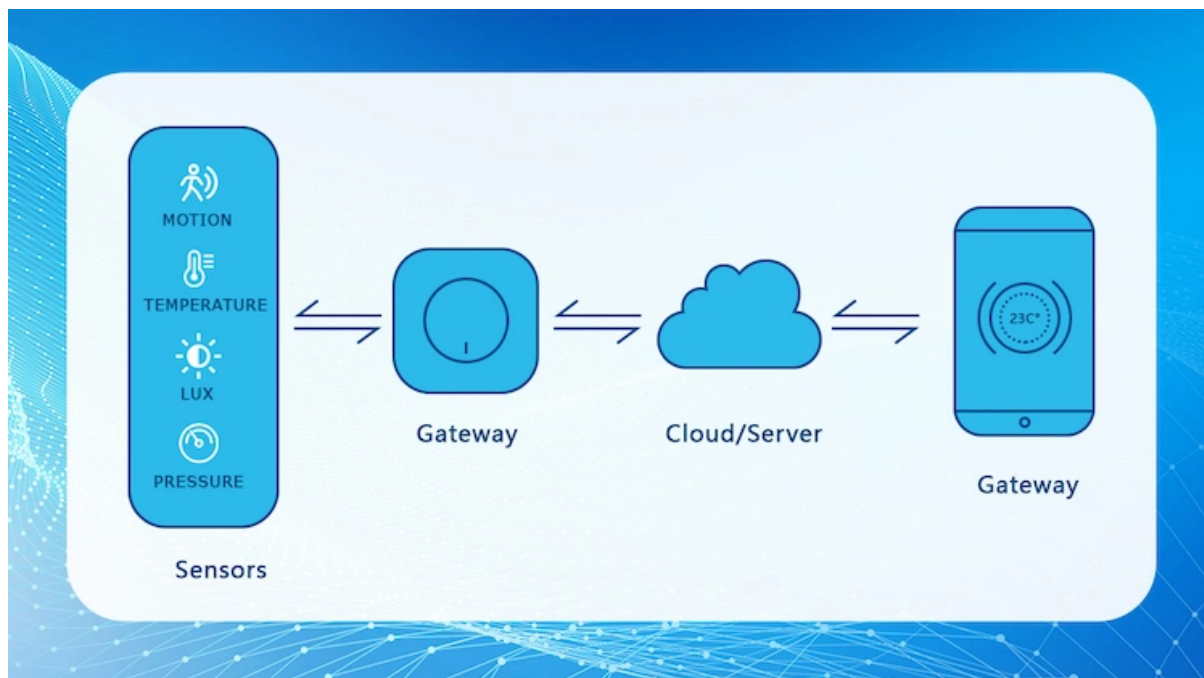


Рис. 2.6 Принцип роботи температурних датчиків IoT [19]

3. Системи Запису Даних у Формі QR-кодів

На злитті технологічних рішень і простоти використання розташовуються засоби запису даних у формі QR-кодів. Ці пристрої моніторингу використовують QR-коди для зручного зберігання та передавання інформації, отриманої від датчиків температури. Працівникам просто потрібно взяти смартфон чи планшет і просканувати код за допомогою камери. Це ідеальний варіант, якщо багатьом особам необхідно швидко та легко перевірити температуру. Зокрема, реєстратори QR-даних відіграли ключову роль у моніторингу вакцинації проти COVID-19 під час пандемії.

Завдяки можливості використання QR-кодів у формі наклейок чи навіть звичайного аркуша паперу, вони володіють легкістю, мобільністю та високою стійкістю до пошкоджень. Навіть існують дисплеї з динамічним QR-кодом із електронним чорнилом, які можуть відображати кілька кодів для різних наборів даних в одному місці. Інформацію вони зберігають у

хмарі для універсального доступу, а також можуть зашифрувати дані для максимального забезпечення безпеки.

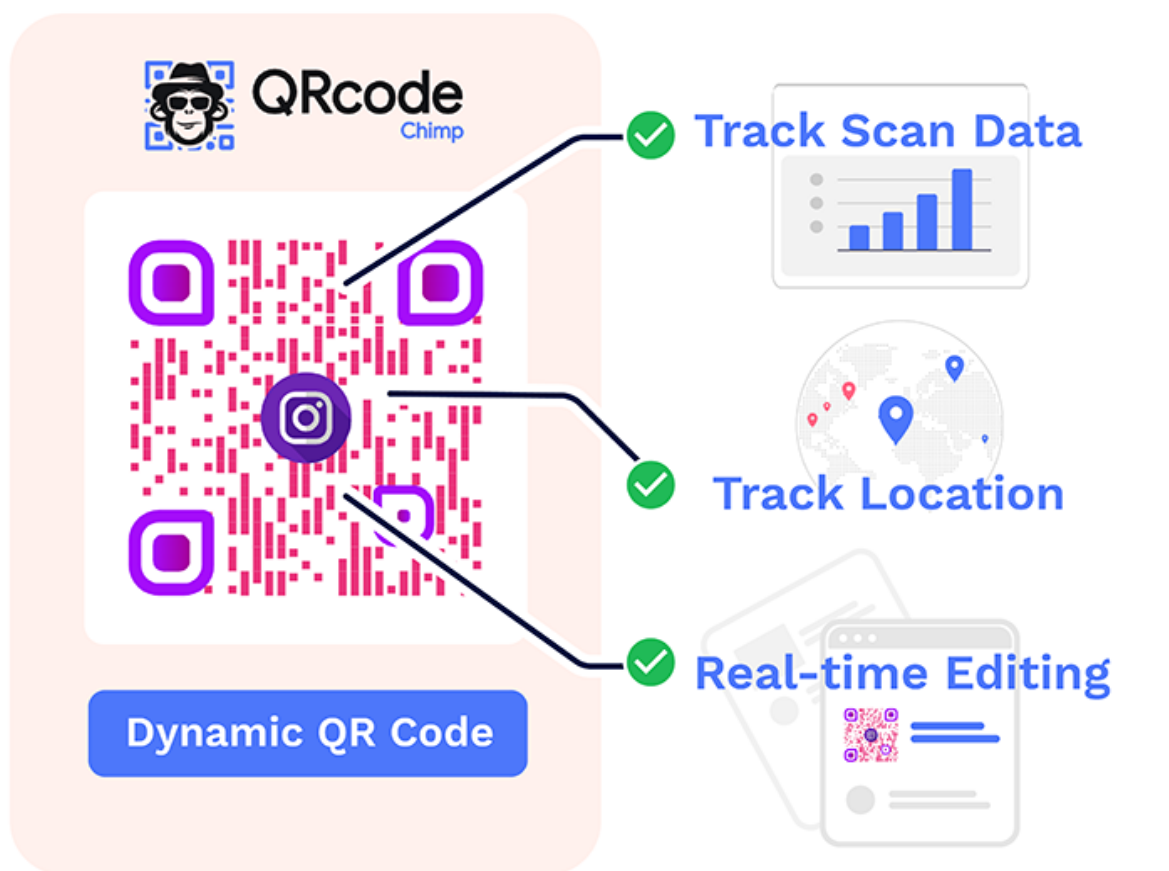


Рис. 2.7 Принцип дії QR-кодів [20]

4. Електронні індикатори доставки представляють собою простий та ефективний засіб моніторингу. За рекомендацією Всесвітньої організації охорони здоров'я, ці пристрої виявляють особливу ефективність при перевезенні температурно чутливих товарів, зокрема вакцин і фармацевтичних препаратів. Електронні індикатори доставки мають можливість збирати та відображати дані про температуру, функціонуючи неперервно протягом до 20 днів. У випадку виявлення коливань температури, пристрій ініціює сигнал тривоги, що автоматично сповіщає транспортний персонал.

Навіть якщо ці пристрої придатні для одноразового використання, вони визнані стійкою технологією, яка успішно функціонує. Вони

поєднують в собі надійність простого хімічного індикатора з додатковою перевагою системи автоматичного сповіщення для обслуговуючого персоналу.

5. Система відстеження температури приладової панелі може стати важливою інвестицією для підприємств, які прагнуть забезпечити детальний контроль за вантажами, що переміщуються у рефрижераторних вантажівках. Ці пристрої вимірюють внутрішню температуру холодильного приміщення транспортного засобу та дозволяють водієві моніторити ці дані зручним чином за допомогою дисплея приладової панелі. У випадку несподіваних змін температури або виходу за межі прийняттого діапазону, монітор приладової панелі сповістить водія за допомогою звукового сигналу чи повідомлення. Таким чином, водій буде повідомлений про необхідність зупинитися, якщо у нього буде безпечна можливість, і перевірити стан свого вантажу.

Експерти визнають ефективну систему сигналізації однією з ключових складових високоякісного контролю температури. Монітори приладової панелі використовують водія вантажівки як ключового супровідника цінних і термочутливих товарів під час їх транспортування.



Рис. 2.8 Система відстеження температури приладової панелі [21]

6. Теплові камери в центрах обробки даних (ЦОД) є важливим інструментом для моніторингу температурних показників. Вони використовують інфрачервоне випромінювання, яке сприймається камерою та конвертується у зображення, де кольори відповідають різним температурам.

Ці камери сканують приміщення ЦОД, створюючи теплові карти, які відображають рівні температур в окремих зонах. Це дозволяє оперативно виявляти місця з підвищеною температурою, що може бути показником проблем у роботі обладнання чи систем охолодження.

Аналіз цих зон перегріву дозволяє ідентифікувати проблемні ділянки або елементи обладнання, які можуть призвести до перегріву. Це важливо для запобігання відмовам обладнання та забезпечення безперебійності роботи ЦОД.

Теплові камери допомагають персоналу ЦОД вчасно реагувати на зміни температур та вживати заходів для збереження оптимальних умов

експлуатації обладнання, що сприяє підтримці стабільності та надійності центру обробки даних.

7. Штучний інтелект та аналітика даних у контексті контролю температур у ЦОД відіграють вирішальну роль у наступних аспектах:

1. Опрацювання даних:

Аналіз великого обсягу інформації: ШІ обробляє значну кількість температурних даних, що надходять з різних датчиків у реальному часі.

Виявлення зразків та аномалій: шляхом аналізу цих даних система може виявити регулярності та несподівані ситуації, такі як раптові зміни температури.

2. Прогнозування тенденцій:

Предиктивний аналіз: ШІ може передбачити майбутні зміни в температурних показниках, базуючись на зібраних даних та історичних відомостях.

Розпізнавання потенційних ризиків перегріву: це дає можливість системі передбачити можливі небезпеки перегріву обладнання та уникнути негативних наслідків.

3. Автоматизовані заходи:

Самостійні дії на основі аналізу: при виявленні можливих проблем або непередбачених ситуацій система може автоматично запускати процеси для підтримки оптимальних температурних умов.

Автоматичне регулювання: на основі заздалегідь визначених параметрів система самостійно вживає заходів, щоб включати або вимикати обладнання чи системи охолодження для збереження оптимальних умов.

Ці технології гармонійно взаємодіють, спрямовані не лише на аналіз даних, а й на передбачення можливих ризиків та автоматичну реакцію для забезпечення максимальної продуктивності та безпеки у роботі центрів обробки даних.

2.3 Аналіз ефективності існуючих систем моніторингу температур

Задля оцінки продуктивності системи моніторингу температури використовуються такі параметри:

Оцінка продуктивності системи моніторингу за точністю та надійністю даних зазвичай включає ретельне дослідження таких показників:

1. Порівняння із реальними температурними умовами: аналізується відповідність даних, зібраних системою моніторингу, реальним температурним показникам, які фіксуються безпосередньо на обладнанні або в приміщенні ЦОД. Це допомагає виявити можливі розбіжності чи неточності.
2. Калібрування датчиків і вимірювальних приладів: перевірка точності обладнання та його здатності точно відображати реальні температурні значення. Це може включати періодичну перевірку та налаштування датчиків для забезпечення відповідності фактичним умовам.
3. Стабільність та послідовність даних: оцінка послідовності та стабільності даних з плином часу. Чи відображаються зміни температури в системі моніторингу із відповідними змінами в реальному часі?
4. Тестування на відомих або екстремальних сценаріях: проведення експериментів або тестів системи моніторингу в умовах, де температура може раптово змінюватися. Це допомагає визначити, наскільки точно система реагує на ризики перегріву або інші екстремальні умови.
5. Порівняння з іншими системами моніторингу: якщо доступні кілька систем моніторингу, проводиться порівняльний аналіз для визначення, яка система надає більш точні та надійні дані про температуру.

Ці критерії допомагають оцінити, наскільки точно та надійно система моніторингу відображає температурні умови, що є критичним для забезпечення безпеки та ефективності управління температурою у ЦОД.

Аналіз ефективності в часовій реакції та оперативності системи моніторингу температур включає оцінку її здатності реагувати на зміни у температурі та вчасно сповіщати або вживати заходи в разі виникнення проблем.

1. Швидкість виявлення змін: Оцінка часу, який потрібен системі на виявлення будь-яких відхилень у температурі в порівнянні з фактичним часом виникнення цих змін. Це включає періодичність вимірювань температури та їх порівняння з базовими значеннями.
2. Система сповіщень: Аналіз часу, який потрібен системі для надсилання сповіщень або сигналів у випадку виявлення аномалій у температурі. Це може включати час доставки повідомлень на мобільні пристрої, електронну пошту чи в систему моніторингу.
3. Автоматичні заходи в разі виявлення проблем: Оцінка часу, необхідного для активації автоматичних заходів у випадку перевищення допустимих меж температури. Це може включати включення резервних систем охолодження, відключення обладнання або запуск процедур збереження даних.
4. Реакція на корекційні заходи: Оцінка ефективності системи у вживанні заходів для нормалізації температурних умов після виявлення проблеми. Це включає час, необхідний для відновлення оптимальних температур після активації аварійних заходів.
5. Перевірка відповідності часових рамок: Порівняння часових рамок реакції системи зі звичайними стандартами часу реагування в галузі

центрів обробки даних для визначення ефективності системи у вирішенні подібних проблем.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ BRSTCONTROL

3.1 Загальні складові системи BrstControl

BrstControl — це передова система, яка розроблена спеціально для дата-центрів з метою забезпечення стабільності, ефективності та тривалості життя обладнання та інфраструктури. Основна мета цієї системи полягає в постійному контролі умов у приміщенні, де розташовані сервери, з метою створення оптимального середовища для їх безперервної та ефективної роботи. Ця інноваційна система використовує передові технології та датчики для точного вимірювання температури та вологості, забезпечуючи повний контроль над умовами приміщення, а також сповіщає операторів про будь-які зміни, що можуть вплинути на роботу обладнання.



Рис. 3.1 Система моніторингу температур центру обробки даних

BrstControl також має можливість інтеграції з системами управління обладнанням для автоматичного регулювання умов у дата-центрі, забезпечуючи найвищу ефективність та надійність у роботі. Її основні переваги полягають у надійності, безпеці, оптимізації використання ресурсів та можливості притягнути до роботи з обладнанням, щоб уникнути можливих відмов та зберегти стабільну та безперебійну роботу дата-центру.

Розглянемо основні складові нашої системи:

- Система BrstControl оперує за допомогою важливих елементів для нагляду за умовами в дата-центрі. Вона використовує високоточні датчики температури, такі як термістори або термопари, для стійкого вимірювання температур в різних частинах приміщення дата-центру. Ці датчики забезпечують точні вимірювання температурного режиму, дозволяючи оперативно реагувати на будь-які зміни та підтримувати оптимальні умови для обладнання.

Використання гігрометрів дозволяє системі моніторити рівень вологості у приміщенні. Ці датчики забезпечують дуже точне вимірювання вологості, що сприяє підтримці ідеального середовища для безперебійної роботи серверного обладнання та всієї інфраструктури дата-центру.

Гігрометри (рис. 3.2), датчики вологості, розмістяться у критичних зонах дата-центру, спеціально відібраних для ефективного контролю. Ці гігрометри будуть розподілені у таких стратегічних ділянках, де вологість має найбільший вплив на роботу обладнання.



Рис. 3.2 Гігрометр [22]

Можливою локацією гігрометрів будуть околиці серверів, в певних зонах приміщення, де чутливі пристрої або обладнання потребують постійного контролю вологості. Деякі з них також можуть розташовуватися на різних рівнях дата-центру для комплексного вимірювання вологості.

Місцезнаходження гігрометрів буде ретельно обране для максимально точного відображення реальних показників вологості у всіх зонах приміщення. Це надасть системі BrstControl змогу ефективно керувати та підтримувати оптимальні умови в цих ключових зонах, забезпечуючи стабільну та надійну працездатність обладнання та інфраструктури дата-центру.

Всі дані, що збираються цими датчиками, надходять до централізованої системи моніторингу, де вони аналізуються та використовуються для негайної реакції на будь-які відхилення в температурі чи вологості.

- **Термометри** (рис. 3.3) у системі моніторингу температури дата-центру є важливими, оскільки вони здійснюють вимірювання температури оточуючого середовища. Основні аспекти їх використання та розміщення:



Рис. 3.3 Термометр [23]

1. Моніторинг температурних зон: термометри дозволяють вимірювати температуру у різних зонах дата-центру. Це критично, оскільки деякі зони можуть бути більш чутливими до змін температури, наприклад, області біля серверів, де велике навантаження може підвищити температуру.
2. Розміщення біля обладнання: термометри будуть встановлені поблизу обладнання для точного вимірювання температури у цих місцях. Це важливо для оперативної реакції на будь-які зміни, що можуть впливати на роботу обладнання.
3. Відповідність технічним вимогам: розміщення термометрів відповідає технічним вимогам та рекомендаціям виробників обладнання.

Це сприяє створенню оптимальних умов для роботи серверів та іншого обладнання.

4. Місця зі значним тепловим навантаженням: там, де підвищена температура може критично впливати на ефективність обладнання, термометри розміщуються так, щоб точно контролювати ці умови.

5. Централізований збір даних: усі термометри постійно передають дані до централізованої системи моніторингу, де вони аналізуються та використовуються для ухвалення рішень.

Узагальнюючи, розміщення термометрів у різних чутливих зонах дата-центру дозволяє системі точно контролювати та зберігати оптимальну температуру для безперебійної роботи обладнання.

● **Централізована система моніторингу**, що є керівним елементом нашої системи контролю вологості та температури, включає такі компоненти:

1. Збір даних від датчиків: система автоматично отримує та обробляє дані з датчиків вологості та температури, розташованих у ключових зонах дата-центру.

2. Централізоване зберігання інформації: отримані дані зберігаються у єдиній базі даних, забезпечуючи легкий доступ та однорідність інформації.

3. Аналіз та обробка даних: система використовує розроблені алгоритми для аналізу великого обсягу інформації про вологість та температуру, що дозволяє виявляти зміни, тенденції та потенційні відхилення.

4. Сигналізація про відхилення: при виявленні будь-яких незвичайностей або перевищень, система автоматично надсилає

повідомлення та сповіщення адміністраторам чи відповідальним особам через різноманітні канали комунікації.

5. Візуалізація інформації: інтерфейс системи надає зручний перегляд даних у формі графіків, діаграм та звітів для оперативного аналізу стану вологості та температури у всіх зонах дата-центру.

6. Збереження історичних даних: система здатна зберігати та аналізувати історичні дані, що дозволяє ретельно вивчати стан протягом тривалого часу.

Ця система є критично важливою для вчасного реагування на будь-які відхилення у вологості та температурі в приміщенні дата-центру, що забезпечує стабільні та оптимальні умови для функціонування обладнання та інфраструктури.

● **Система управління та реагування** у нашій системі моніторингу вологості та температури буде включати ряд ключових елементів для ефективного контролю та реагування на будь-які відхилення в умовах приміщення:

1. Автоматизовані механізми реагування: це вбудовані пристрої та програмне забезпечення, що відповідають за автоматичне включення та вимкнення систем охолодження в разі виявлення відхилень в температурі або вологості. Наприклад, при перевищенні заданих параметрів вони можуть автоматично активувати системи охолодження для стабілізації умов.

2. Системи сповіщень та інформування адміністраторів: ці механізми дозволяють системі негайно повідомляти адміністраторів або відповідальних осіб через текстові повідомлення, електронну пошту або спеціалізовані програми у випадку виявлення критичних аномалій в умовах середовища.

3. **Логування та аналіз даних:** система веде журнал подій та зберігає дані про рівень вологості та температури на протязі часу для подальшого аналізу та вдосконалення стратегій управління. Це дозволяє виявляти тенденції, попереджати можливі проблеми та оптимізувати роботу системи.

4. **Управління даними для вирішення проблем:** якщо виявлені проблеми, такі як недостатність охолодження або висока вологість, система може надавати рекомендації адміністраторам щодо вирішення ситуації або автоматично активувати передбачені заходи для зниження відхилень.

5. **Автоматичне попередження про проблеми:** попереднє сповіщення адміністраторів або відповідальних осіб про можливість відхилень в умовах для попередньої реакції або вжиття запобіжних заходів.

Інтерфейс для користувачів у системі моніторингу вологості та температури буде створений з ретельною увагою до зручності та ефективності адміністраторів і операторів. Він дозволить відображати та аналізувати дані, що збираються датчиками у приміщенні дата-центру. В основу цього інтерфейсу покладені наступні ключові характеристики:

1. **Реальний час:** інтерфейс надає можливість перегляду даних у реальному часі. Адміністратори можуть отримувати найсвіжішу інформацію про вологість та температуру у приміщенні негайно після їхнього збору.

2. **Візуалізація даних:** інформація про вологість та температуру буде відображатися у формі графіків, діаграм чи таблиць, що дозволяє швидко оцінювати тенденції та зміни протягом часу.

3. **Аналітичні можливості:** інтерфейс забезпечить інструменти для аналізу даних, включаючи можливість порівняння, фільтрації та створення

звітів. Це допоможе адміністраторам розуміти патерни та робити відповідальні висновки.

4. Сигнали та тривоги: система може надсилати сповіщення адміністраторам через інтерфейс при виявленні аномалій, перевищенні нормативних значень або змінах у вологості та температурі.

5. Адаптабельність: інтерфейс буде адаптований до різних пристроїв, таких як комп'ютери, планшети та смартфони, для зручного доступу до даних у будь-який час та з будь-якої точки.

6. Простота та доступність: інтерфейс буде спроектований з урахуванням простоти та легкості користування, забезпечуючи швидкий доступ до необхідної інформації без зайвих ускладнень.

7. Доступ до історичних даних: користувачі матимуть можливість переглядати архівні дані, аналізувати тенденції та слідкувати за змінами в показниках вологості та температури протягом певного періоду для прийняття обґрунтованих рішень.

Цей інтерфейс спрямований на задоволення потреб адміністраторів та операторів дата-центру, надаючи їм доступ до необхідної інформації та інструменти для ефективного контролю умов приміщення.

3.2 Інтерфейс системи моніторингу BrstControl

Наш мобільний додаток — це не просто програма на пристрої. Він — особистий асистент у світі моніторингу, що дає можливість керувати та контролювати дата-центр у будь-який момент.

Цей додаток стає надійним партнером, який підтримує оптимальні умови в центрі обробки даних, навіть коли людина далеко від нього. Він надає безпосередній доступ до інформації про вологість та температуру,

відображає історію змін та надсилає повідомлення про будь-які відхилення.

Це електронний супутник кожної компанії та її дата-центру, що уважно стежить за ключовими аспектами центру обробки даних. Створений для зручності, він дає можливість ефективно управляти умовами та реагувати на будь-які зміни, не відходячи від вашого мобільного пристрою.

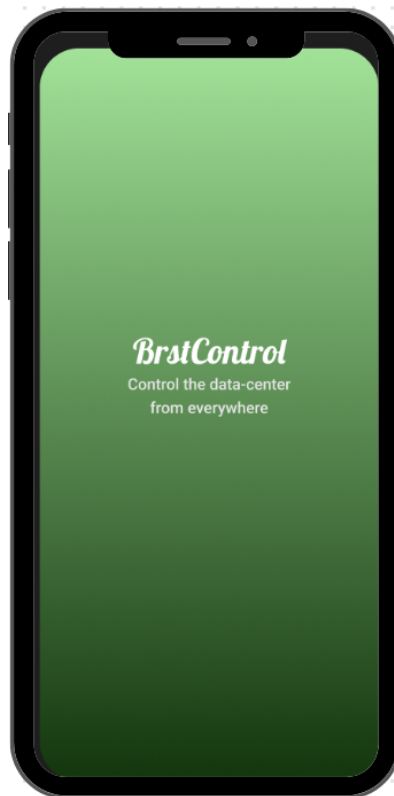


Рис. 3.4 Екран завантаження

На головному екрані, який показаний на рисунку 3.5, ви бачите головне меню з такими варіантами:

1. Поточний стан (рис. 3.4): ця опція надає користувачеві негайну інформацію про температуру та вологість у дата-центрі. Вона забезпечує швидкий доступ до миттєвих показників, дозволяючи оперативно реагувати на зміни умов.

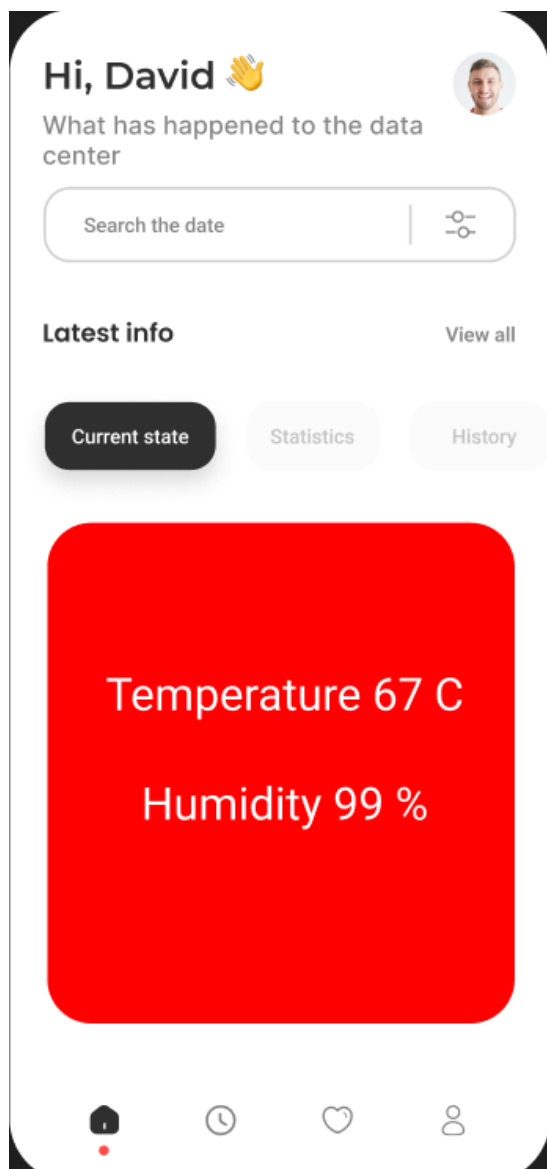


Рис. 3.5 Головний екран додатку BrstControl

На панелі поточного стану розміщені відомості про поточну температуру та вологість. Також більшу зрозумілість ситуації у серверній надають кольори панелі, що змінюються у відповідності до температурного режиму всередині дата-центру.

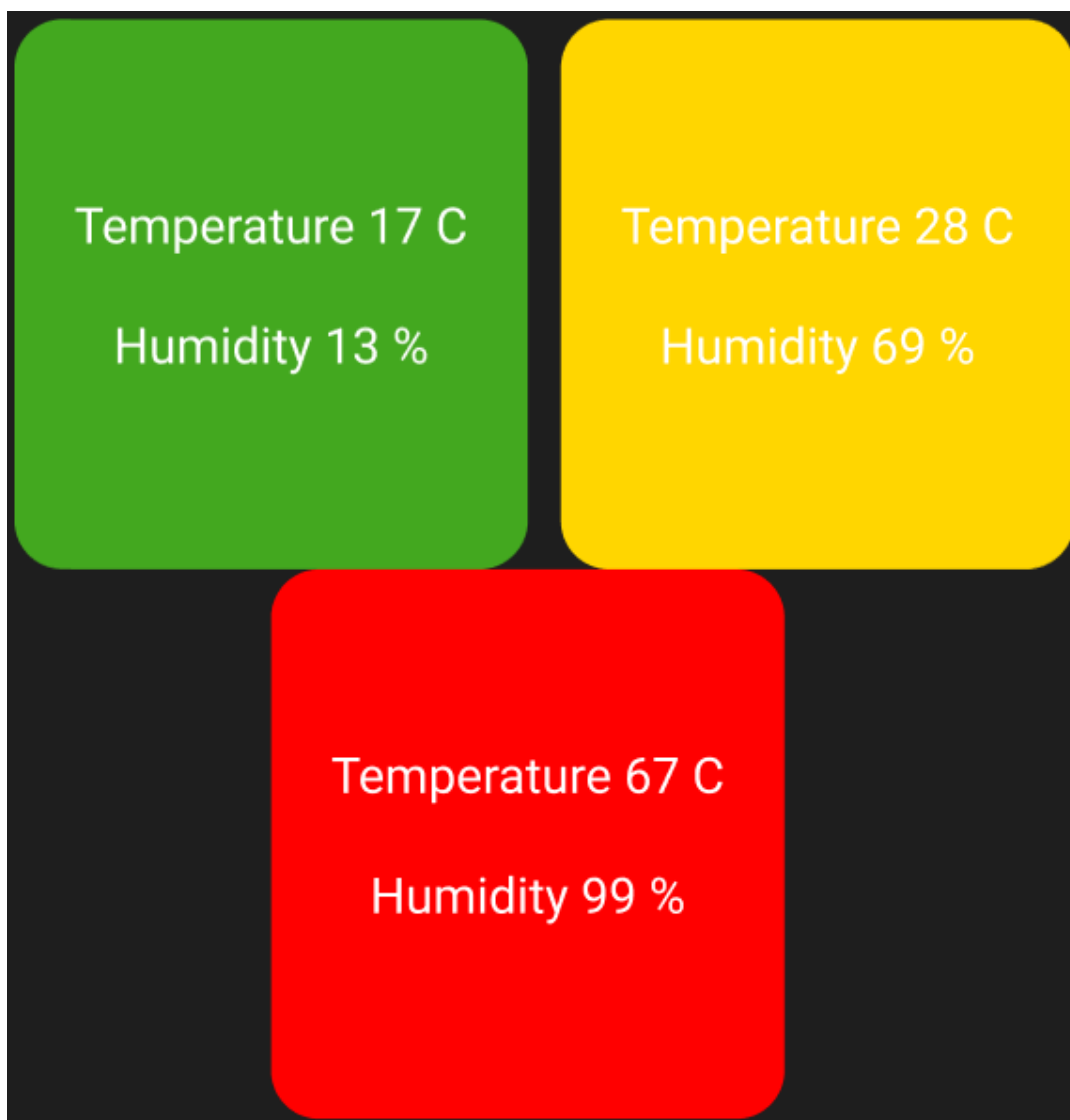


Рис. 3.6 Панелі поточного стану ЦОД

2. Статистика: ця можливість пропонує доступ до статистичних даних про температуру та вологість за певний період. Тут відображаються графіки, діаграми та числові дані, які допомагають виявити тенденції змін в умовах дата-центру. Аналіз цих даних корисний для планування майбутніх умов роботи.

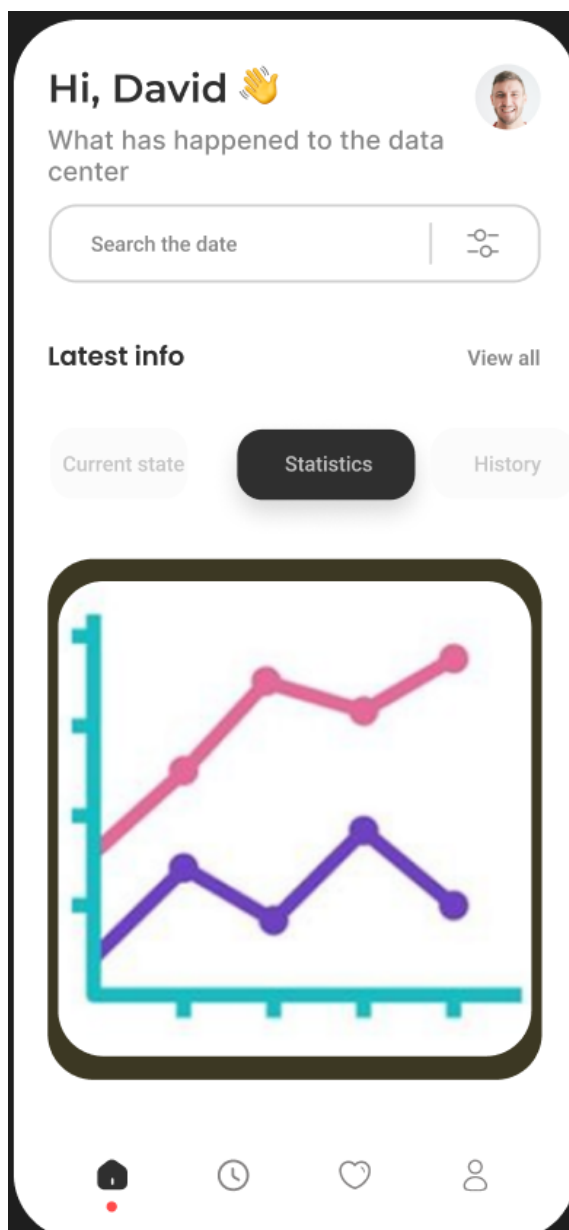


Рис. 3.7 Головний екран додатку BrstControl

3. Історія: ця опція дозволяє переглядати історичні дані щодо вологості та температури, зібрані системою протягом певного періоду. Тут можна проводити аналіз змін протягом тривалого часу, виявляти патерни або незвичайні відхилення.

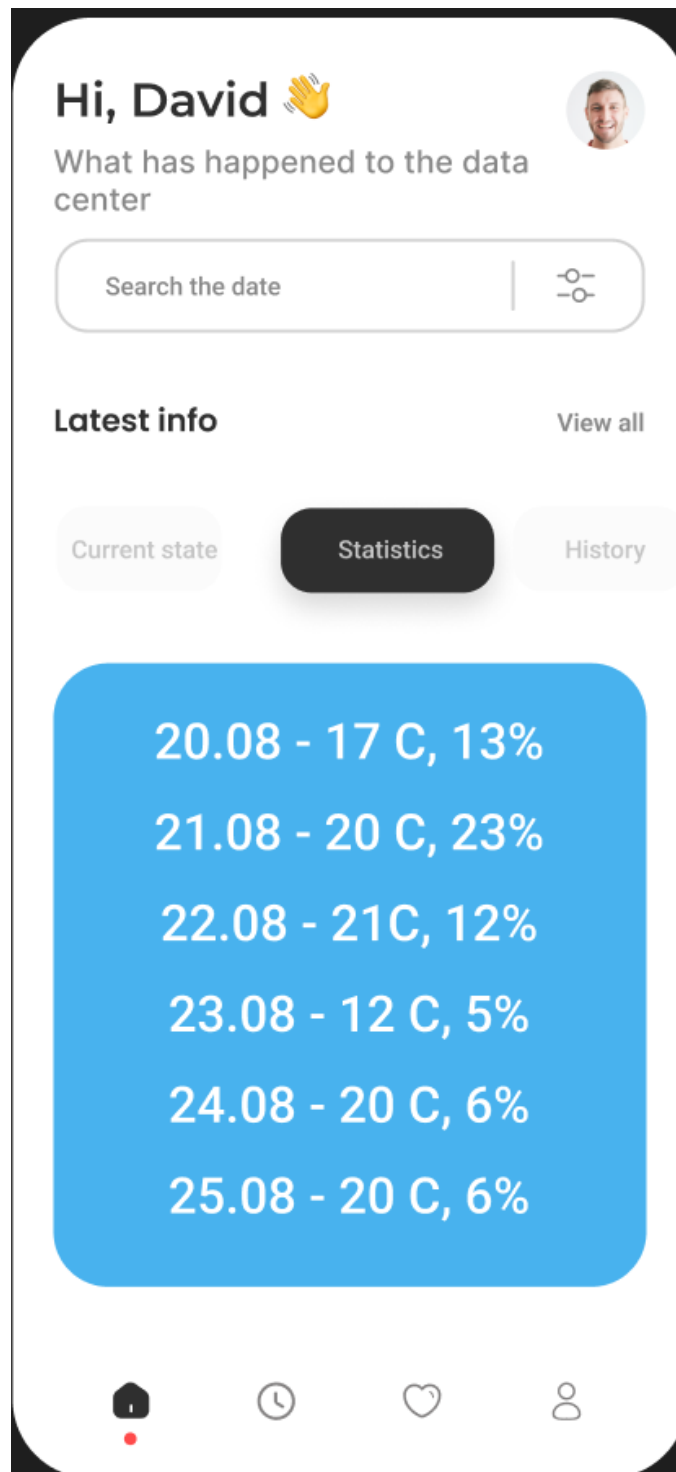


Рис. 3.8 Головний екран додатку BrstControl

Це головне меню, яке дає можливість оперативно оцінювати поточний стан, проводити аналіз статистики та досліджувати історію змін температури та вологості в приміщенні дата-центру. Це сприяє ефективному контролю та робить основу для обґрунтованих рішень.

3.3 Можливості впровадження застосунку BrstControl

Властивості BrstControl відкривають широкі можливості для детального контролю умов у будь-яких приміщеннях:

Шляхом перетворення підходу до контролю, BrstControl стає ключем для розуміння та оптимізації умов у приміщенні. Його здатність охоплювати різні зони у дата-центрі або будь-якому приміщенні дає можливість точно налаштувати параметри для конкретних областей чи секторів. Це означає, що ви можете оперативно пристосовувати систему до змін у приміщенні, ідентифікуючи чутливі області та налаштовуючи параметри для кожної зони окремо. Такий гнучкий підхід дозволяє ефективно реагувати на зміни та забезпечує автоматичну відповідь на будь-які коливання температури чи вологості у визначених зонах, забезпечуючи найоптимальніші умови в кожному куточку приміщення.

Широке охоплення простору:

1. Розширене покриття зон: BrstControl може охоплювати різні сектори або області в дата-центрі, що дозволяє точно контролювати умови в конкретних частинах чи приміщеннях.
2. Гнучке конфігурування зон контролю: Система швидко адаптується до змін у приміщенні, налаштовуючи зони контролю відповідно до потреб різних секторів або змін у розташуванні обладнання.
3. Точне визначення чутливих областей: BrstControl точно визначає області, де навіть мінімальні зміни температури чи вологості можуть суттєво впливати на роботу обладнання.
4. Сегментація за потребою: Можливість розділення системи контролю на різні зони надає гнучкість у керуванні різними частинами приміщення відповідно до їхніх унікальних вимог.

5. Аналіз варіацій у різних зонах: Система дозволяє порівнювати та аналізувати зміни температури та вологості в різних зонах, щоб виділити області, які потребують особливої уваги.

6. Індивідуальні налаштування для кожної зони: Можливість налаштовувати параметри окремо для кожної зони, враховуючи їхні унікальні особливості та потреби.

7. Автоматична реакція на зміни: Система може автоматично реагувати на виявлені зміни у визначених зонах, що забезпечує швидку корекцію параметрів для підтримки оптимальних умов.

Ці функції забезпечують точний, гнучкий та індивідуальний підхід до контролю температури та вологості у різних зонах будь-якого приміщення.

Розробка системи BrstControl з **різноманітними можливостями враховує індивідуальні вимоги користувача та середовища використання**. Основні аспекти:

1. Розширення сенсорів: Система розрахована на використання різноманітних типів датчиків температури та вологості. Це дозволяє легко збільшувати кількість сенсорів для моніторингу додаткових зон чи об'єктів.

2. Гнучкість функціоналу: BrstControl має різні можливості, які можна додавати або активувати за необхідності. Це може охоплювати різноманітні алгоритми аналізу, налаштування сповіщень і можливості інтеграції з іншими системами.

3. Розширення мережі зв'язку: Система може працювати в різних мережевих середовищах, забезпечуючи зручний обмін даними у будь-якому місці.



Рис. 3.9 Розширення мереж зв'язку [24]

4. Модульність та сумісність: BrstControl включає модульні компоненти, які легко інтегруються з іншими системами контролю та управління, такими як системи безпеки або автоматизації.

Цей підхід до розробки дозволяє створювати систему, яка ідеально відповідає потребам конкретного користувача або середовища за допомогою гнучкого розширення та налаштування.

Система BrstControl реалізує віддалений доступ, дозволяючи користувачам моніторити температуру та вологість навіть з віддалених місць через Інтернет. Ця можливість дає змогу отримувати актуальні дані про умови в дата-центрі чи будь-якому приміщенні, що підключене до

системи, зручно та в реальному часі, що є критичним для оперативного реагування на зміни.

Окрім того, BrstControl надає широкі можливості налаштування системи сповіщень та аварійних повідомлень. Користувачі можуть налаштовувати систему таким чином, щоб вона надсилала сповіщення про будь-які небажані відхилення в параметрах температури чи вологості. Це дозволяє оперативно виявляти та реагувати на будь-які потенційні проблеми чи аварійні ситуації, забезпечуючи вчасну реакцію та запобігаючи можливим ускладненням.

Можливість інтеграції BrstControl з іншими системами моніторингу безпеки та управління інфраструктурою відкриває широкі перспективи для комплексного контролю та управління дата-центром чи будь-яким іншим приміщенням.

1. Системи безпеки: Інтеграція з системами відеоспостереження, контролю доступу або системами виявлення вторгнень дозволяє BrstControl отримувати дані про температуру та вологість у контексті загального образу безпеки. Наприклад, при спрацьовуванні системи виявлення пожежі BrstControl може виявити та автоматично реагувати на збільшення температури в певній зоні.

2. Системи управління енергоефективністю: Інтеграція з системами управління енергоефективністю дозволяє оптимізувати споживання енергії в залежності від даних про температуру та вологість. Це може включати автоматичне керування системами кондиціонування повітря чи опаленням для забезпечення оптимальних умов без перевищення споживання енергії.



Рис. 3.10 Системи управління енергоефективністю [25]

3. Системи управління інфраструктурою: Інтеграція з системами моніторингу та управління серверами, мережевим обладнанням або іншими пристроями дата-центру дозволяє BrstControl не лише збирати дані про умови, але й управляти пристроями для реагування на виявлені відхилення.

4. Системи керування та автоматизації процесів: Інтеграція з системами автоматизації процесів дозволяє автоматизувати реакцію на виявлені проблеми чи відхилення в умовах, що полегшує швидке та ефективне управління.

Ці інтеграції допомагають створити єдину систему керування та моніторингу, яка базується на взаємодії різних систем, що робить контроль над умовами приміщення більш точним, реактивним та автоматизованим.

Функціонал аналізу та звітності в BrstControl включає:

1. Аналіз даних: Система проводить детальний розгляд зібраних даних про температуру та вологість, виявляючи патерни, тенденції та аномалії у вимірюваннях.
2. Формування звітів: BrstControl автоматично генерує звіти, базуючись на обробці накопичених даних. Ці звіти містять графіки, діаграми, числові дані та спеціалізовану інформацію для підтримки процесу прийняття рішень.
3. Персоналізовані налаштування звітів: Користувачі можуть налаштовувати вміст та формат звітів, вибирати параметри для аналізу, періоди часу, типи графіків та інші налаштування відповідно до своїх потреб.
4. Сповіщення про відхилення: Система генерує спеціальні повідомлення або звіти, що сигналізують про відхилення від стандартних параметрів температури та вологості, дозволяючи оперативно реагувати на можливі проблеми.
5. Експорт та обмін даними: Можливість експорту даних або звітів у різні формати для спільного використання, аналізу з іншими системами або для збереження в архівах.

Цей функціонал не лише допомагає у зборі даних, але й їх візуалізації, аналізу та розумінні, сприяючи прийняттю обґрунтованих рішень на основі важливих показників температури та вологості.

ВИСНОВОК

Під час нашого проведеного дослідження наш виключний фокус був спрямований на ключову тему – створення системи моніторингу температури для центру обробки даних. Протягом цього наукового вивчення наша увага була присвячена ретельному аналізу різноманітних аспектів, пов'язаних з функціонуванням центрів обробки даних та їх роллю в динамічному інформаційному середовищі нашого часу. Під час огляду ми не лише розглядали загальну структуру цих центрів, але й спрямовували свою увагу на принципи їхньої роботи та визначення основних вимог до надійності та ефективності їх функціонування.

Особливу увагу ми приділили вивченню впливу температури на обладнання центрів обробки даних. Проведений аналіз цього впливу визначив важливі аспекти розробки системи моніторингу температури з метою забезпечення оптимальних умов для ефективної роботи обладнання та уникнення можливих технічних неполадок.

Засновуючись на отриманих даних, ми також провели огляд інноваційних технологій у галузі моніторингу температур. Це означає, що ми докладали зусиль для вивчення та врахування останніх тенденцій та передових підходів, які можуть позитивно вплинути на функціональність та ефективність розроблюваної системи.

Ключовим етапом нашого дослідження було докладне обговорення загальної архітектури системи та розробка інтерфейсу моніторингу, який би забезпечував не лише точну інформацію, але й був простим у використанні та інтуїтивно зрозумілим.

В заключенні нашого наукового дослідження ми наголошуємо на важливості подальшої розробки та впровадження системи моніторингу температури для центру обробки даних. Цей крок є критичним для

забезпечення безперебійного та оптимального функціонування обладнання, яке відіграє ключову роль у сучасному інформаційному ландшафті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Що таке центр обробки даних (ЦОД). *Timeweb* - *Ñ..Ð³¼ÑÑ, Ð, Ð½Ð³ Ð'Ð»Ñ ÑÐ°Ð¹Ñ, Ð³¼Ð² Ð, ÑÐµÐ³Ð,ÑÑ, ÑÐ°Ñ†Ð,Ñ Ð'Ð³¼Ð¼Ð½Ð³¼Ð²*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://timeweb.com/ru/community/articles/chtotakoe-centr-obrabotki-dannyh>
- 2) CRM – Customer Relationship Management – AW Consultores. *AW Consultores*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://www.awconsultores.com.br/blog/crm-customer-relationship-management/>.
- 3) The NSA Touch | IT Consulting Services | INFOR support. *NSA 3.0*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://nsacom.com/the-nsa-touch/>.
- 4) PPT - Data Center Networking Topologies PowerPoint Presentation, free download - ID:2146389. *SlideServe*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://www.slideserve.com/aiden/data-center-networking-topologies>.
- 5) Large Enterprise Data Center Requirements Changing, According to... *Unified Networking*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://unifiedguru.com/large-enterprise-data-center-requirements-changing-according-to-international-survey-of-it-leaders/>.
- 6) Cloud & Data Centers – Mindbox. *Mindbox – Building Intelligent Products for Modern Datacenters and Enterprises*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:
<https://mindbox.ai/solutions/cloud-data-centers/>.

- 7) Cloud & Data Centers – Mindbox. *Mindbox – Building Intelligent Products for Modern Datacenters and Enterprises*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://mindbox.ai/solutions/cloud-data-centers/>.
- 8) Multiple Server Usage | Efficient Employee Monitoring. *Kickidler*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.kickidler.com/ru/use-many-servers.html>.
- 9) $\text{D}_1\tilde{\text{N}}, \text{D}_\mu\text{D}^\circ (\text{D}^{1/4}\text{D}_\mu\tilde{\text{N}}\text{D}_\mu\text{D}^\circ\text{D}_\mu\text{D}^2\tilde{\text{N}} - \text{D}^\circ\text{D}^{3/4}\text{D}^{1/4}\tilde{\text{N}}f\tilde{\text{N}}, \text{D}^\circ\tilde{\text{N}}, \text{D}^{3/4}\tilde{\text{N}}\text{D},)$. $\text{D}^- \text{D}^\circ \text{D} \cdot \tilde{\text{N}} \text{D}^{3/4} \text{D} \pm \text{D}, \tilde{\text{N}}, \text{D}, .$ [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://jak.koshachek.com/articles/stek-merezhevi-komutatori.html>.
- 10) Що таке брандмауер, і як з ним працювати?. *Kafedra* |. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://kafedra.com.ua/shho-take-brandmauer-i-yak-z-nyim-pratsyuvaty/>.
- 11) ctrltech. Environmental Monitoring system for temperature monitoring and server room monitoring. *CtrlTech Data center (Datacenter) & Server Room Designing*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://datacenter-serverroom.com/environmental-monitoring-server-room-datacenter-uae>.
- 12) Holodservice. Прецизійний кондиціонер - безпомилковий контроль приміщення. *Холод Сервіс - Інтернет магазин кліматичної техніки в Хмельницькому*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://holodservice.net/blog/precizionnyj-kondicioner-bezosibocnyj-kontrol>.
- 13) Особливості застосування рішень Siemon для ізоляції гарячих/холодних коридорів у ЦОД. *Siemon - структуровані кабельні*

системи та рішення для ЦОД. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://siemon.su/news/detail.php?ID=594599>.

- 14) Камера КСО-393 УЗ: продаж, ціна у Києві. Щитове обладнання від "ТОВ «СЛАВГОР ЕНЕРГО УКРАЇНА», м. Київ" - 1303693268. "ТОВ «СЛАВГОР ЕНЕРГО УКРАЇНА», м. Київ" - контакти, товари, послуги, ціни. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://slavgorenergo.com.ua/p1303693268-kamera-kso-393.html>.
- 15) Датчик температури двигуна 12В-24В (Ø - 10мм) (ID#1418960019), цена: 385 ₴, купити на Prom.ua. *prom.ua*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://prom.ua/ua/p1418960019-tsifrovoj-datchik-temperatury.html>.
- 16) ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ АТП. *Pidru4niki*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/81335/tehnika/programne_zabezpechennya_avtomatizovanih_sistem_keruvannya.
- 17) *SumDU Repository: Home*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/88574/1/Frolov_bak_ro b.pdf.
- 18) Chemical indicators for sterilization | chemical indicator strips | steam indicator strip | autoclave test strips | VERIFY STEAM Integrating Indicator | STERIS. *Welcome to STERIS | STERIS*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.steris.com/healthcare/products/sterility-assurance-and-monitoring/chemical-indicators>.

- 19) 13 Типи датчиків Інтернету речей, які слід спостерігати. *МОКОSmart #1 Інтелектуальне рішення для пристроїв у Китаї*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.mokosmart.com/uk/internet-of-things-sensors/>.
- 20) How to Select the Right QR Code Generator? - Free QR Code Generator Online. *Free QR Code Generator Online*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://uk.qrcodechimp.com/how-to-select-the-right-qr-code-generator/>.
- 21) Logicify Temperature and Humidity Dashboard - Top Digital Agency. *Top Digital Agency*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://topdigital.agency/logicify-temperature-and-humidity-dashboard/>.
- 22) REZIST. *Термометр гігрометр*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://rezist.com.ua/izmeritelnie-pribori/termometri--gigrometri--termoreguljatori/termometr-gigrometr>.
- 23) ► Термометр цифровий ТРМ-10 білий корпус з датчиком на дроті 2м купити в Україні, Києві з доставкою-Electronoff. *Electronoff.ua*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://electronoff.ua/ua/good/termometr-tsifrovoy-tpm-10-belyu-korpus-s-datchikom-na-provode-2m.php>.
- 24) Communication And Internet Technology: Interconnecting Networks (Part 2 of 6). *EEE World, Department of EEE, ADBU*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://adbu-eee-worldnews.blogspot.com/2019/08/communication-and-internet-technology.html>.
- 25) How to improve energy efficiency using the smart facility for your business. *softwebsolutions*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до

ресурсу:

<https://www.softwebsolutions.com/resources/improve-energy-efficiency-for-smart-facility.html>.

- 26) [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://ed.kpi.ua/wp-content/uploads/conferences/2017/2017-154-159.pdf>.
- 27) *Home | Center of Expertise for Energy Efficiency in Data Centers*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://datacenters.lbl.gov/sites/default/files/FINAL%20Thermal%20Guidelines%20and%20Temp%20Measurements%209-15-2020.pdf>.
- 28) Model of data center temperature monitoring system with the use of open source hardware. *IEEE Xplore*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7601501>.
- 29) Data centre temperature monitoring with ESP8266 based Wireless Sensor Network and cloud based dashboard with real time alert system. *IEEE Xplore*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8073958>.
- 30) *arXiv.org e-Print archive*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1902/1902.09400.pdf>.

ПРЕЗЕНТАЦІЯ