

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «РОЗРОБКА ІоТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС-
ПРОЦЕСІВ»**

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*

_____ Вадим ГОНЧАРУК
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: Гончарук Вадим Вікторович
здобувач вищої освіти
група ІСДМ-61

Керівник: Аліна ТУШИЧ
науковий ступінь, доктор філософії, доцент
вчене звання

Рецензент: _____
науковий ступінь, _____
вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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 кафедру ІІЗАС

_____ Каміла СТОРЧАК

« _____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Гончарук Вадим Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів.

керівник кваліфікаційної роботи Аліна ТУШИЧ доктор філософії, доцент,
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ 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 RFID, вимоги до систем оптимізації логістики.

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

Дослідження принципу інтеграції IoT-технологій у бізнес-процеси

Аналіз можливості використання IoT-технологій для оптимізації бізнес-процесів у секторі логістики

Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Використання IoT-технологій для оптимізації бізнес-процесів
2. Технічні особливості інтеграції IoT-систем у логістичні процеси
3. Архітектура системи оптимізації логістичних процесів Укрпошти
4. Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів

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	Виконано
2	Вивчення матеріалів для аналізу використання інформаційних технологій для бізнес-процесів на підприємствах України	05.11-12.11.23	Виконано
3	Дослідження використання IoT-систем для оптимізації бізнес-процесів на підприємствах	13.11-19.11.23	Виконано
4	Аналіз особливостей оптимізації бізнес-процесів у секторі логістики з використанням технологій IoT	20.11-25.11.23	Виконано
5	Дослідження технологій RFID	27.11-03.12.23	Виконано
6	Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів логістики Укрпошти	04.12-10.12.23	Виконано
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	11.12-20.12.23	Виконано
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.12-29.12.23	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Гончарук Вадим Вікторович

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Аліна ТУШИЧ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 97 стор., 58 рис., 28 джерел.

Мета роботи – дослідження технологічних аспектів та особливостей оптимізації бізнес-процесів. Вирішення задач створення систем оптимізації бізнес-процесів у логістиці.

Об'єкт дослідження – система оптимізації бізнес-процесів у логістиці.
Предмет дослідження – процес інтеграції Інтернету речей для вирішення задач оптимізації бізнес-процесів у логістиці.

Короткий зміст роботи: У роботі проаналізовано оптимізацію бізнес-процесів у секторі логістики з використанням технологій IoT. Проведено дослідження оптимізації бізнес-процесів на підприємствах України за допомогою інформаційних технологій. Проаналізовано оптимізацію бізнес-процесів у секторі логістики з використанням технологій IoT. Розроблено IoT-систему для оптимізації логістичних процесів у компанії Укрпошта.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, INTERNET OF THINGS, ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ, ЛОГІСТИКА, МЕРЕЖА.

ABSTRACT

The text part of the qualification work for obtaining a master's degree: 97 pages, 58 figures, 28 sources.

The purpose of the work is to study the technological aspects and features of business process optimization and to solve the problems of creating business process optimization systems in logistics.

The object of the research is to solve the problems of creating business process optimization systems in logistics. The subject of the research is Internet of Things technologies for solving the problems of optimizing business processes in logistics.

Summary of the work: In the work, a study of optimization of business processes at enterprises of Ukraine with the help of information technologies was carried out. The optimization of business processes in the logistics sector using IoT technologies is analyzed. An IoT system was developed to optimize logistics processes at the Ukrposhta company.

KEY WORDS: INTERNET OF THINGS, BUSINESS PROCESS OPTIMIZATION, LOGISTICS, NETWORK.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	10
1.1. Теоретичні основи оптимізації бізнес-процесів.....	10
1.2. Успішні приклади використання інформаційних технологій для покращення ефективності роботи світових та українських підприємств.....	19
1.3. Успішні приклади використання інформаційних технологій для покращення ефективності роботи світових підприємств.....	25
1.4. Особливості оптимізації бізнес-процесів за допомогою систем та пристроїв IoT.....	35
2. ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У СЕКТОРІ ЛОГІСТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ.....	39
2.1. Огляд сфери Інтернету речей.....	39
2.2. Шляхи використання IoT-технологій для покращення логістики.....	47
2.3. Аналіз ефективності застосування IoT-технологій для покращення логістики компанії.....	54
3. РОЗРОБКА ІОТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У КОМПАНІЇ УКРПОШТА.....	58
3.1. Аналіз логістичних процесів підприємства.....	58

3.2. Планування архітектури IoT-системи для оптимізації логістичних процесів у компанії Укрпошта.....	62
3.3. Особливості інтеграції IoT-пристроїв із вже існуючою інфраструктурою компанії.....	77
3.4. Розробка програмного забезпечення для збору, аналізу та візуалізації даних з IoT-пристроїв.....	77
ВИСНОВКИ.....	96
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	97
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	101

ВСТУП

Актуальність теми полягає у розвитку Інтернету речей (IoT) та його потенціалі для оптимізації бізнес-процесів. IoT відкриває нові можливості для підключення та збору даних з різноманітних пристроїв, що дозволяє підприємствам вдосконалювати управління та процеси.

Метою дослідження - дослідження технологічних аспектів та особливостей оптимізації бізнес-процесів. Вирішення задач створення систем оптимізації бізнес-процесів у логістиці.

Завдання дослідження включають:

- Аналіз поточних бізнес-процесів: Оцінка та розуміння існуючих процесів у конкретній сфері діяльності.
- Розробка IoT-системи: Створення пристроїв, сенсорів, засобів збору та передачі даних для оптимізації бізнес-процесів.
- Інтеграція та тестування: Впровадження IoT-системи у реальному середовищі та перевірка її ефективності.
- Аналіз результатів та оптимізація: Оцінка отриманих даних, виявлення можливостей для поліпшення та оптимізації бізнес-процесів.

Об'єктом дослідження є самі бізнес-процеси у конкретній сфері, де можлива оптимізація через впровадження IoT-системи, а *предметом дослідження* – IoT-система, її розробка, функціональність, ефективність та можливості застосування для оптимізації бізнес-процесів.

Для досягнення мети використовуватимуться такі *методи дослідження*:

- Аналіз літератури та ресурсів: Проведення огляду наукових робіт, публікацій, веб-ресурсів та статей, що стосуються Інтернету речей, бізнес-процесів та їх оптимізації.
- Експертні опитування та інтерв'ю: Залучення експертів у галузі IoT, бізнес-аналітиків та фахівців зі специфіки конкретної сфери для

- збору відгуків, порад та рекомендацій щодо впровадження IoT-рішень.
- Кейс-стаді: Дослідження та аналіз успішних випадків впровадження IoT-систем в аналогічних сферах бізнесу для визначення кращих практик та використання їх у власній розробці.
- Проектування та прототипування: Створення прототипів системи, тестування їх ефективності та функціональності.
- Тестування у реальних умовах: Впровадження IoT-рішення у вибраних бізнес-процесах для збору даних та оцінки його роботи в реальному середовищі.
- Аналіз даних та висновки: Обробка та аналіз отриманих даних з метою оцінки ефективності та досягнення мети оптимізації бізнес-процесів.

Апробація результатів магістерської роботи: Гончарук В. В. «Оптимізація бізнес-процесів за допомогою IoT-рішень». 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: Гончарук В. В. «Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ - №1, 2024. – С.179-188.

Науковою новизною є створення інтегрованої IoT-системи, яка оптимізує логістичні процеси підприємства Укрпошта, дозволяє пришвидшити роботу складів і логістики та покращити якість надання послуг. *Практична значущість* полягає в можливості впровадження IoT-системи для оптимізації процесів логістики у поштової службі Укрпошта.

1 ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Теоретичні основи оптимізації бізнес-процесів

У сучасному бізнесі, де середовище постійно змінюється, основне завдання підприємства полягає в оперативній реакції на ці зміни та швидкому впровадженні відповідних корекцій у внутрішній структурі та управлінні. Оптимізація бізнес-процесів виступає ключовим стратегічним завданням компанії, яке має визначальний вплив на її подальшу ефективність.

Бізнес-процеси - це послідовності дій, операцій та функцій, які взаємопов'язані, упорядковані та керовані, що спрямовані на створення цінності через перетворення ресурсів підприємства. Ці процеси є складовою частиною механізму формування доданої вартості, спрямованою на підтримку продуктивності та ефективності у всій організації та доставку цінності до ринку через бізнес-модель підприємства.

- Категорії та типи бізнес-процесів (рис. 1.1):
 - власник бізнес-процесу - посадова особа, яка має у розпорядженні персонал, інфраструктуру, програмне та апаратне забезпечення, інформацію про бізнес-процес, управляє його перебігом і несе відповідальність за результати й ефективність бізнес-процесу;
 - ресурс бізнес-процесу - матеріальний або інформаційний об'єкт, який постійно використовується для виконання процесу, проте не є входом процесу;
 - вхід бізнес-процесу - ресурс, необхідний для виконання бізнес-процесу;
 - вихід бізнес-процесу - результат, продукт, послуга виконання бізнеспроцесу;

- документообіг - система документального забезпечення організації;
- показники бізнес-процесу - кількісні та якісні параметри, що характеризують бізнес-процес і його результат;
- регламент бізнес-процесу - документ, що описує послідовність операцій, відповідальність, порядок взаємодії виконавців і порядок ухвалення рішення;
- основні бізнес-процеси - ключові бізнес-процеси, відображають сутність компанії. У межах цих процесів створюється основна цінність для зовнішніх клієнтів;
- забезпечуючі бізнес-процеси - спрямовані на ефективне виконання основних процесів компанії, що забезпечують «готовність» її бізнесу;
- бізнес-процеси розвитку - діяльність у напрямку удосконалення і розвитку організації, її продуктів та інфраструктури;
- бізнес-процеси управління - процеси, спрямовані на управління діяльністю організації, її функціями, загальними для компанії.



Рис. 1.1. Класифікація бізнес-процесів підприємства [1]

Для визначення початку та завершення процесу використовується поняття «подія». Одні події змінюють інші. Зміна дій відбувається у чітко визначеному порядку, який визначається подіями. Подія лише констатує факт, тому вона не має тривалості у часі. Під час визначення події у моделях бізнес-процесів до нього включають об'єкт, стан якого описує подія, та безпосередньо опис самого стану. Наприклад: «Замовлення зроблено», «Товар є на складі».

Будь-який процес завжди починається та закінчується подією. Опис бізнес-процесу - це його «креслення», створивши його, можна керувати процесом, змінювати тощо.

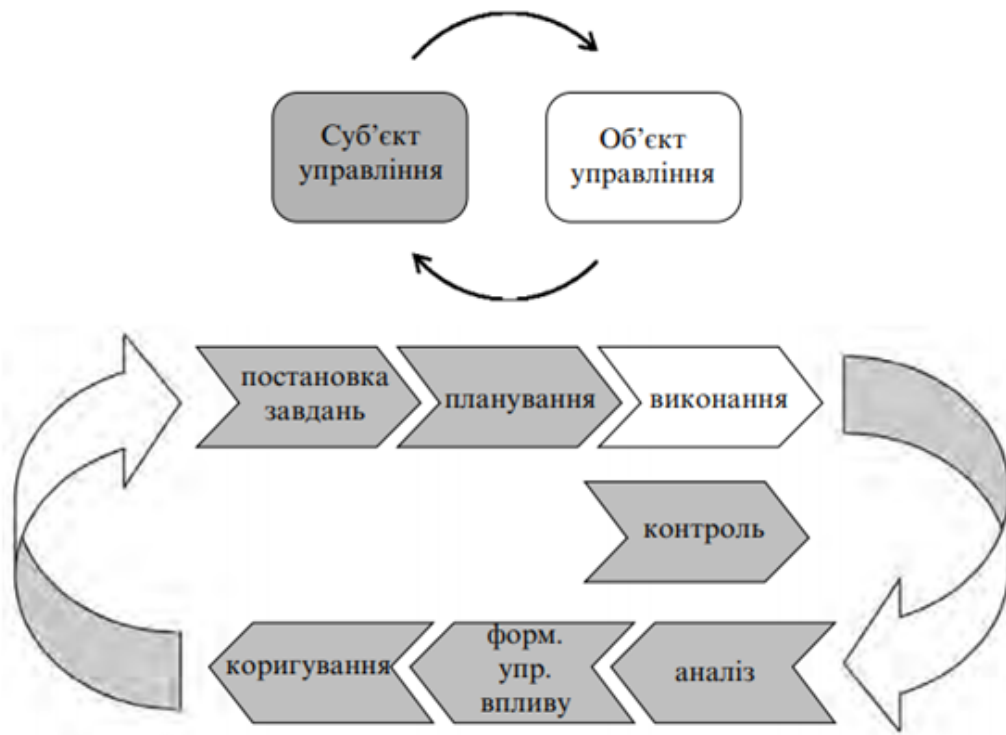


Рис. 1.2 Елементи опису бізнес-процесу.[2]

Такі бізнес-процеси, включаючи різноманітну діяльність, використовують ресурси на початку та генерують цінний продукт на виході, задовольняючи потреби споживача. Ці процеси чітко визначені технологією або інструкціями та відрізняються кількома ключовими аспектами. Вони оперують у межах внутрішніх підрозділів підприємства і між ними, а також можуть взаємодіяти з різними організаціями. Кожен бізнес-процес має своїх зовнішніх та внутрішніх користувачів, у яких є інтерес до його результатів та виконання.

Організація діяльності підприємства базується на класифікації бізнес-процесів (рис. 1.1). Їх розділяють на чотири основні категорії. Перша - це основні бізнес-процеси, спрямовані на виробництво продукції та забезпечення доходів. Друга - це забезпечуючі бізнес-процеси, що включають усі внутрішні процеси підприємства, пов'язані з ресурсами та послугами. Третя - управлінські бізнес-процеси, які охоплюють функції

управління бізнес-системою. Четверта - це бізнес-процеси розвитку, які включають інноваційні процеси.

Один з методів опису бізнес-процесів та організації бізнесу на базі процесного підходу та корпоративних інформаційних систем - це метод Workflow. У перекладі, термін Workflow означає "потік робіт". Проте, технологія Workflow охоплює значно більше - вона є автоматизацією бізнес-процесів підприємства, що становить частину концепції управління бізнес-процесами (BPM), і пропонує підходи до прискорення реагування компанії та її процесів на швидкі зміни у зовнішньому середовищі. На сьогоднішній день, Workflow вважається ключовою технологією, що впливає на розвиток інших технологій.

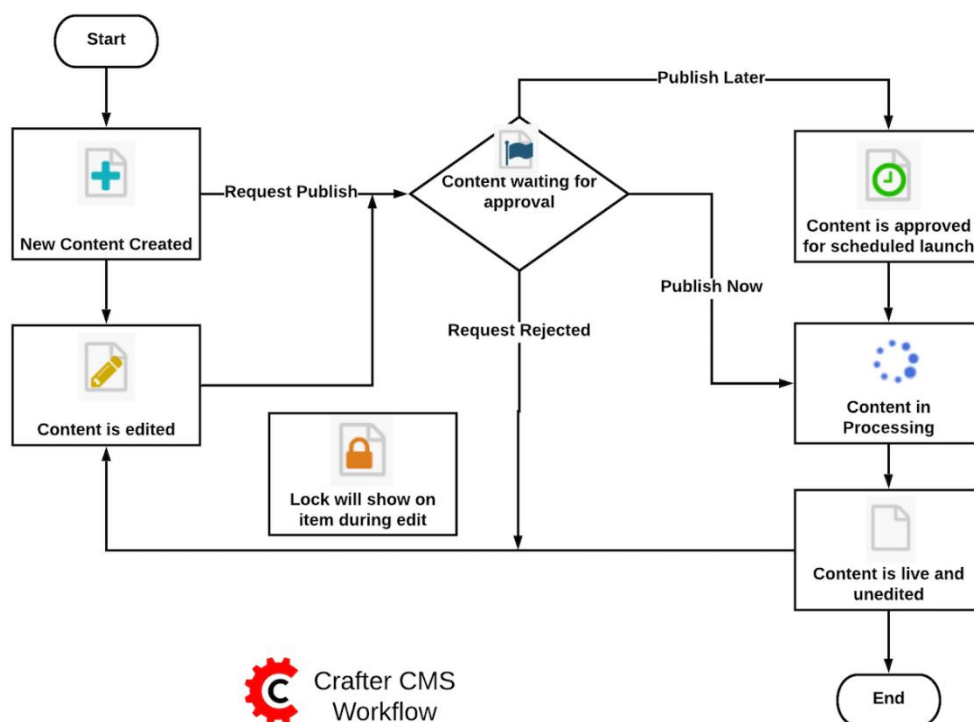


Рис. 1.3 Особливості застосування методу Workflow [3]

Дослідження та аналіз цих процесів дозволяють підприємствам не лише розуміти їхню внутрішню роботу, але й забезпечують можливість вдосконалення та розвитку у найбільш ефективні та продуктивні шляхи.

Підприємство представляє собою комплексну систему, де безліч взаємопов'язаних процесів визначають загальний стан всієї організаційної структури. Ці стани виникають в результаті конкретних дій, що створюють ланцюг реакцій та подальших дій, що працюють у логічній послідовності. Ресурси, задіяні у цих процесах, трансформуються та набирають нову форму.

Внутрішні процеси підприємства представляють собою послідовні функціональні ланцюги, які взаємодіють та безпосередньо впливають на загальний стан корпоративної системи. Аналіз бізнес-процесів (Business Process Analysis) є систематичним збором даних з метою ідентифікації, визначення, оцінки та подання процесу як основи для його оптимізації та вдосконалення.

Зазвичай, проведення аналізу викликається конкурентним становищем компанії на ринку. Порівняння цін, витрат та продуктів/послуг може виявити необхідність у поліпшенні. Деякими індикаторами фактичного стану є (рис. 1.4):

- тривалий час поставок та проблеми з виконанням замовлень;
- неясний хід процесу та недостатня його деталізація;
- широкий асортимент продукції/деталей;
- часті зміни місць витрат під час виконання замовлень;
- значні внутрішні транспортні та складські витрати, замороження матеріалів та площ;
- великі витрати на переобладнання при зміні продукції або технології;
- низька частка часу обробки в загальному часі виконання замовлень;
- високі витрати та навантаження потужностей; виявлення "вузьких місць" та інші аспекти.



Рис. 1.4 Ідентифікатори фактичного стану бізнес-процесів

Зазначені показники, хоч і загально спрямовані на ключові процеси, проте не виключають необхідності дослідження усіх аспектів бізнес-процесів – ключових, управлінських та підтримки. Оптимізація бізнес-процесів передбачає розробку та впровадження заходів для покращення та перегляду процесів у підприємстві.

У контексті оптимізації бізнес-процесів, вчені використовують більш гнучкий термін "поліпшення" для досягнення позитивних змін у якісних показниках підприємства. Такий підхід спрямований на підвищення результативності, ефективності та адаптивності бізнес-процесів, їхню оптимізацію для підтримки успішної діяльності підприємства.

Поліпшення бізнес-процесів (Business Process Improvement, BPI) є системним підходом, що дозволяє підприємствам оптимізувати свої процеси для досягнення більш ефективних результатів. BPI спрямований на скорочення витрат та циклу процесу, з одночасним підвищенням якості на понад 60%.

Оптимізація бізнес-процесів – це частина організаційного розвитку, що включає в себе дії власників процесу для аналізу та покращення

існуючих процесів у відповідності до поставлених цілей, таких як збільшення прибутку, підвищення продуктивності та зниження витрат. BPI є засобом зміни процесів для поліпшення якості продукту чи послуги, щоб вони краще відповідали потребам клієнтів.

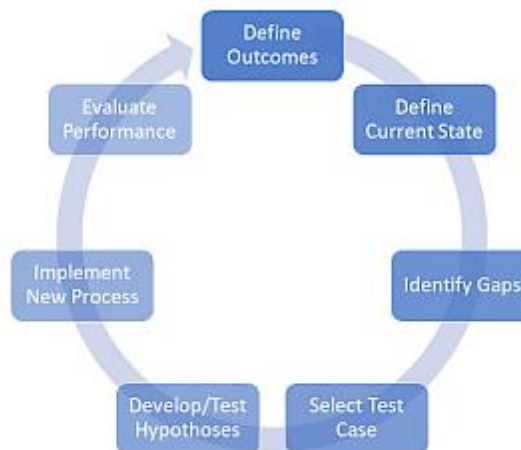


Рис. 1.5 Основи оптимізації бізнес-процесів [4]

Серед принципів оптимізації бізнес-процесів виокремлюють:

1. відповідність поліпшення процесів стратегічним цілям підприємства;
2. фокус на потребах внутрішніх та зовнішніх споживачів;
3. наявність критеріїв оптимізації;
4. наявність власників процесів, які відповідальні за їхню оптимізацію.

Аналізуючи критерії оптимізації бізнес-процесів, оцінюють такі параметри:

1. якість кінцевого результату процесу;
2. якість та зміст проміжних результатів;
3. дії виконавців при виконанні операцій;
4. логічність та узгодженість схем процесів;
5. ефективність управління процесом;

6. тривалість виконання;
7. вартість процесу.

Оцінка кожного з цих критеріїв базується на системі показників, що розробляється під час аналізу бізнес-процесів підприємства. При оптимізації кожного процесу використовується індивідуальний підхід, але деякі загальні принципи удосконалення, що часто призводять до позитивних результатів, включають:

1. Горизонтальне стиснення процесу: Об'єднання кількох субпроцесів у єдиний.
2. Вертикальне стиснення процесу: Децентралізація повноважень співробітників і підвищення їхньої ролі.
3. Перенесення процесу: Вибір оптимального місця для виконання процесу, що забезпечує зменшення кількості перевірок та керуючих впливів.
4. Скорочення кількості погоджень: Централізація точки контакту через одного менеджера або автоматизовану систему, що спрощує взаємодію.

Ці підходи до оптимізації процесів допомагають у покращенні продуктивності та ефективності роботи підприємства. Гнучкий застосунок цих методів забезпечує адаптивність до конкретних потреб кожного бізнес-процесу.

Успішна оптимізація та автоматизація вимагає аналізу поточного стану процесів та визначення слабких місць для подальшого удосконалення. Ретельне обговорення та впровадження цих принципів дозволяє компаніям досягати значного покращення якості та ефективності своєї роботи.

Більшість виробничих та послугових компаній здійснюють процеси оптимізації та автоматизації для підвищення ефективності виробництва та задоволення потреб споживачів. Використання цих стратегій дозволяє не

лише зменшити витрати та час, а й покращити якість кінцевого продукту чи послуги.

Причинно-наслідкові зв'язки, що спонукають до автоматизації бізнес-процесів

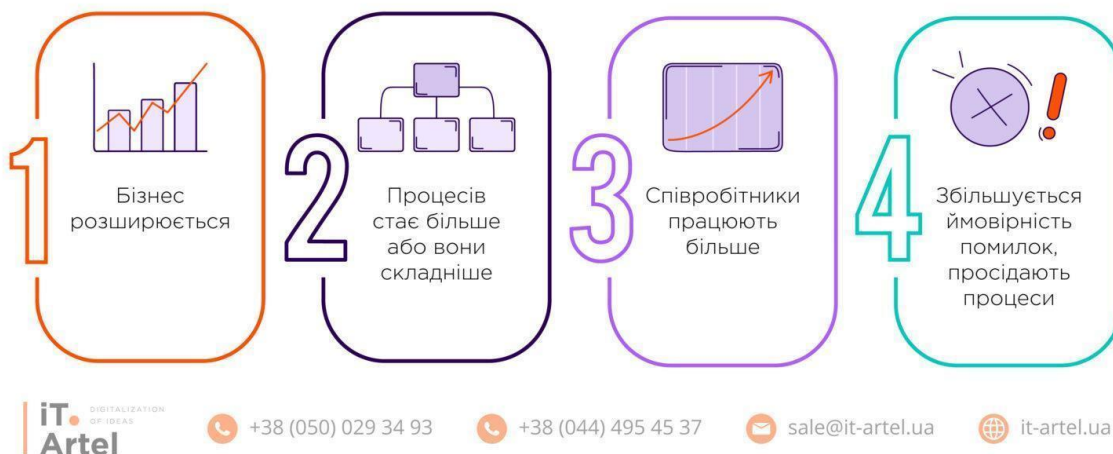


Рис. 1.6 Причини оптимізації та автоматизації бізнес-процесів [5]

Застосування відповідних стратегій управління процесами дає змогу компаніям зрозуміти та оцінити, які аспекти їхньої роботи потребують удосконалення. Оптимізація процесів також сприяє зниженню ризиків та підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

1.2 Успішні приклади використання інформаційних технологій для покращення ефективності роботи світових та українських підприємств

Важливим елементом інформаційної системи сучасного підприємства є ІТ-інфраструктура. Вона є єдиним комплексом програмних, технічних, комунікаційних, інформаційних та організаційно-технологічних засобів забезпечення функціонування підприємства, а також засобів управління ними [6].

Сучасні компанії для ефективної діяльності потребують ретельно спроектованої ІТ-інфраструктури, що включає інтегрований комплекс

систем, програм та служб. Ця інфраструктура має бути цілісною, надійною, з запасом міцності та відповідати не лише поточним вимогам бізнесу, а й передбачати його майбутній розвиток. "Правильне проектування" ІТ-інфраструктури передбачає створення стратегії ІТ, яка об'єднує системні рішення, спрямовані на довгострокове вдосконалення технологічних та технічних складових інформаційної системи підприємства.

Інформаційні технології та системи (ІТ/С) є найважливішим інструментом управління. Цей інструмент відіграє ключову роль у координації та контролі за ходом бізнес-процесів для досягнення стратегічних цілей підприємства. Просте володіння цими технологіями не гарантує успіху, проте їх відсутність у компанії, спрямованій на розвиток, може призвести до втрати конкурентоспроможності, зменшення ринкової частки та зниження ефективності.

Розглядаючи історію розвитку цифрової економіки в Китаї, варто зазначити, що її оцінювання та підтримка понад усе змінилися після 19-го Національного з'їзду Комуністичної партії Китаю. Центральний комітет партії визначив цифрову економіку як ключову частину структурної реформи та інструмент для якісного економічного зростання. Цей напрямок став визначальним для перетворення і модернізації китайських підприємств, забезпечуючи їм макроуправління та технічну підтримку (Li, 2017). [7]

Цифрова економіка в Китаї почала свій розвиток ще з часів фінансової кризи 2008 року, але особливий підйом вона зазнала в останні роки. Її статус ключової сили для якісного економічного розвитку отримав підтримку завдяки відповідним інформаційним технологіям (Wang, 2018). За останні роки темпи зростання цифрової економіки у США, Японії та Великій

Британії перевищили темпи зростання валового внутрішнього продукту. Це стало свідченням про стабільне і стрімке оновлення у цифровому секторі.[7]

Китай виявляє постійний і стабільний розвиток цифрової трансформації, яка охоплює не лише сферу індустрії, але й традиційні галузі промисловості. З 2005 по 2018 рік цифрова економіка в Китаї значно збільшилась з 1,29 трлн юанів до 31,3 трлн юанів, а її внесок у ВВП зріс з 7% до 34,8%. На кінець 2018 року цифрова економіка стала джерелом зайнятості для 191 мільйона осіб.[7]



Рис. 1.7 Економіка Китаю до та після цифровізації [7]

Цифрова трансформація традиційних галузей стає невід'ємною частиною цього економічного буму. Розвиток цифрової економіки Китаю відображається не лише у зростанні обсягів, але й у динамічному впровадженні інноваційних рішень, що сприяють якісним змінам у всіх секторах економіки.

Цифрова економіка стає ключовим фактором економічного зростання Китаю, її успішне розвиток віддзеркалюється у прискоренні темпів

інтеграції технологій, стимулюванні інновацій та поліпшенні якості життя населення.

З ростом цифрової економіки зростає й увага підприємств до цієї тенденції, здійснюючи цифрову трансформацію за допомогою передових технологій. Згідно з даними Звіту про цифрове будівництво та розвиток Китаю (2019), опублікованими Китайським національним бюро інформації в Інтернеті, обсяг цифрової економіки Китаю у 2018 році склав 31,3 трильйона юанів, що становить 34,8% ВВП. Аналіз даних про відкриття інформації компаній, що зареєстровані на фондовій біржі Wind, показав, що понад 600 провідних підприємств Китаю підтвердили свою цифрову трансформацію. Річний темп росту цих компаній перевищує 150%, охоплюючи практично всі галузі.

Проте, як цифрова трансформація впливає на інноваційність підприємств у сучасний час? Які методи та стратегії використовують ці компанії для впровадження цифрових технологій? Ці питання залишаються відкритими у наукових дослідженнях. Розгляд цих проблем має значення для якісного розвитку підприємств у Китаї.

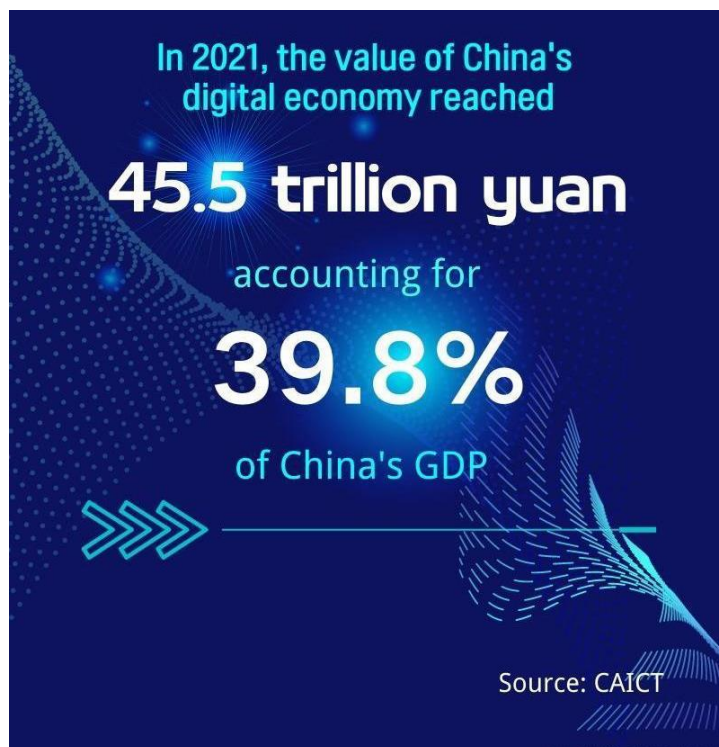


Рис. 1.8 Масштаби цифрової економіки Китаю досягли 45,5 трлн юанів

[8]

Цифрова трансформація є ключовим аспектом розвитку у сучасному світі. Деякі дослідники та експерти стверджують, що ця трансформація стала невід'ємною частиною успішного функціонування підприємств. Проте, хоча відомо, що більше 600 відомих підприємств Китаю пройшли цифрову трансформацію, конкретний вплив цього процесу на їх інноваційність і стратегії розвитку залишається предметом вивчення та дискусій.

Можливо, результати досліджень та огляду реальних прикладів імплементації цифрових технологій в різних сферах бізнесу в Китаї допоможуть краще зрозуміти природу цієї трансформації. Наприклад, аналіз стратегій, які використовуються підприємствами для впровадження цифрових технологій, може пролити світло на підходи, що дають найкращі результати.

Також важливо розглянути можливі виклики та перешкоди, з якими стикаються підприємства під час цифрової трансформації. Це дозволить виявити потреби у вирішенні проблем і створенні сприятливого середовища для успішної інтеграції цифрових технологій.

Крім того, розгляд цифрової трансформації Китаю в контексті світових тенденцій може допомогти у встановленні ширшого порівняльного аналізу та визначенні взаємодії між цифровою економікою та інноваціями в цій країні.

Коли можна реалізувати практично будь-який запит, ключовим завданням в галузі створення релевантних та ефективних інформаційних систем є чітке уявлення необхідного результату [4].

Розглядаючи на прикладі світу та Україні, 75% банків вважають цифровізацію необхідною та нагальною проблемою на даний момент, але в Україні лише 21% нагальності займає необхідність цифровізації (Рис. 1.3)



Дані: Digital Banking Report

Рис. 1.9 Причини оптимізації та автоматизації бізнес-процесів [9]

1.3 Успішні приклади використання інформаційних технологій для покращення ефективності роботи світових підприємств

Навіть при негативних прогнозах, повна автоматизація української галузі є рідкістю. Більшість працівників і робітниць, опитаних у цьому дослідженні, підтвердили відсутність цього явища на їхніх підприємствах. Лише декілька осіб навели відповідний приклад: у певному випадку комп'ютер почав видавати талони на молоко замість працівниці бухгалтерії, проте це не виключало роботу останньої.

Це більше схоже на часткову автоматизацію. Навіть у випадку, коли спроби повної автоматизації проводились, вони залишилися безрезультатними або згодом потребували праці людини.

Дещо цікавим є те, що під час уточнювальних запитань про випадки повної автоматизації на інших підприємствах, двоє респондентів посилалися на закордонний досвід, хоча без конкретних деталей. Це може вказувати на уявлення про більш розвинене виробництво за кордоном, що наразі недосяжне чи небажане для українських власників.

Рідкісні випадки повної автоматизації є характерними не лише для України. Дослідження Арнца, Грегорі та Зірана (2016) свідчить, що значна частина робочих місць не може бути повністю автоматизована: машини можуть виконувати лише деякі завдання людини, тому неможливо повністю замінити працівника, що займає це робоче місце.

З їхніх розрахунків випливає, що автоматика може потенційно замінити лише близько 9% робочих місць у країнах Організації економічного співробітництва та розвитку, від 6% у Кореї до 12% у Австрії. Ці оцінки розглядають потенціал автоматизації, тоді як реальні показники можуть бути навіть нижчими. Отже, навіть у розвинених країнах стрімкий розвиток автоматизації не є загальним правилом.

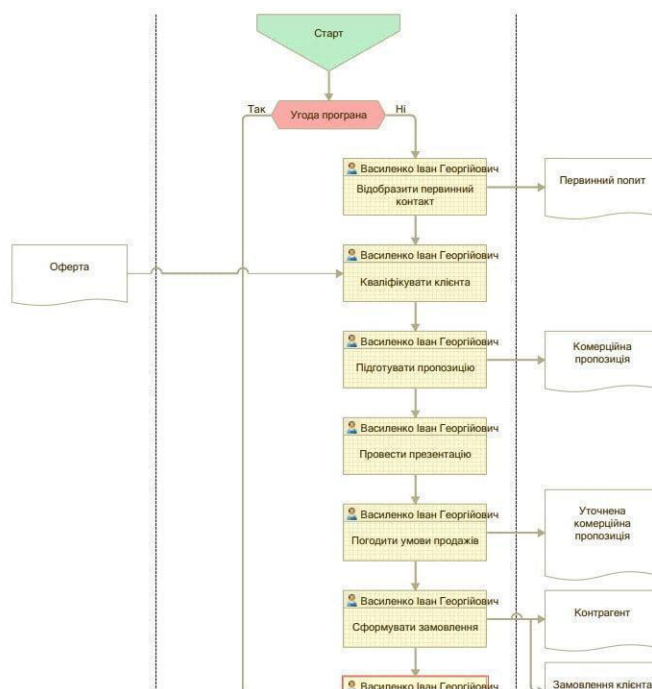


Рис. 1.10 Приклад автоматизації бізнес-процесів [10]

- Оцінка прикладів використання інформаційних технологій для поліпшення ефективності роботи великих підприємств має декілька ключових аспектів.

Оптимізація виробничих процесів – це ключовий етап у покращенні ефективності виробництва. Ця стратегія включає в себе використання передових технологій та методів для підвищення продуктивності та оптимізації виробничих процесів. Давай розглянемо конкретні методи:

1. Автоматизація систем:

Впровадження автоматизованих систем у виробництві дозволяє підвищити ефективність та точність виробничих процесів. Роботизація окремих етапів виробництва може значно зменшити людський фактор і знизити ймовірність помилок.

2. Інтелектуальні аналітичні системи:

Використання передових аналітичних систем дозволяє проводити прогнозування попиту на продукцію, що є критичним для планування виробництва. Це допомагає оптимізувати запаси сировини та готової продукції, уникнути надлишків та дефіцитів.

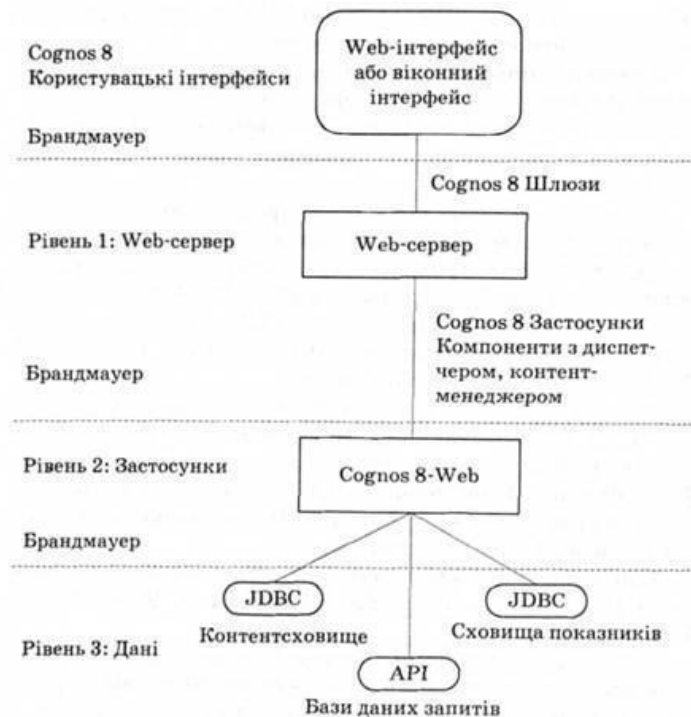


Рис. 1.11 Приклад використання інтелектуальних аналітичних систем [11]

3. Оптимізація ланцюжків постачання:

Інтеграція інтелектуальних систем для аналізу даних у ланцюгах постачання дозволяє точно прогнозувати потреби в сировині та матеріалах, планувати їх доставку, що допомагає уникнути переповнень складів та недостачі матеріалів у виробництві.

4. Системи автоматичного управління процесами:

Використання систем автоматичного управління може значно підвищити швидкість та ефективність виробничих ліній, зменшити час переналаштування обладнання між партіями виробництва.

5. Технології "Індустрія 4.0":

Впровадження технологій Індустрії 4.0, таких як Інтернет Речей (ІоТ) та хмарні обчислення, дозволяє підприємствам збирати та аналізувати величезні обсяги даних, що полегшує прийняття управлінських рішень на основі реальних даних та статистики.

Ці методи демонструють важливість впровадження передових технологій для оптимізації виробничих процесів та досягнення максимальної ефективності виробництва.

Цифрові рішення, спрямовані на поліпшення обслуговування клієнтів, виявляються важливими в сучасному бізнес-середовищі. Це включає в себе різноманітні інновації, спрямовані на підвищення задоволеності клієнтів, удосконалення спілкування та підвищення рівня сервісу.

Одним із таких рішень є краудсорсинг, що дозволяє залучати широке коло експертів або користувачів для спільного вирішення завдань, що стосуються обслуговування клієнтів. Така практика сприяє збору різноманітних ідей і підходів для вирішення проблем або поліпшення процесів, спрямованих на забезпечення кращої взаємодії з клієнтами.

Крім того, віртуальні асистенти та чат-боти стають все більш поширеними в сфері обслуговування клієнтів. Ці технологічні рішення забезпечують можливість надання швидкої та ефективної підтримки клієнтам, відповідаючи на їх запитання та виконуючи рутинні завдання.

Додатково, автоматизація та оптимізація процесів управління відносинами з клієнтами (CRM) грають важливу роль у створенні ефективних та персоналізованих стратегій обслуговування клієнтів. Ці системи дозволяють збирати, аналізувати та використовувати дані про

клієнтів для підтримки взаємодії з ними, що призводить до кращого розуміння потреб клієнтів та створення більш ефективних маркетингових стратегій.



Рис. 1.12 Структура CRM системи [12]

Всі ці цифрові рішення спрямовані на створення більш персоналізованого та задовільного досвіду для клієнтів, підвищення ефективності та оптимізацію способів комунікації з ними.

- Аналіз даних та використання штучного інтелекту - це потужні інструменти, які дозволяють оптимізувати управлінські стратегії та приймати обґрунтовані рішення на основі великих обсягів інформації. Машинне навчання та алгоритми штучного інтелекту стають невід'ємною складовою бізнес-аналітики, що дають можливість глибокого розуміння та прогнозування різноманітних ситуацій у бізнесі. Вони перетворюють океан даних у важливі прогностичні висновки та підказки для кращого управління компанією.

Машинне навчання - це процес, за яким стоять алгоритми та моделі, що навчаються на даних та підлаштовуються до змін в цих даних. Воно дає

змогу розробляти прогностичні моделі, які виявляють закономірності в даних та навіть здатні робити прогнози на майбутнє. Використання машинного навчання у сфері управління означає, що системи можуть навчатися на підставі реальних даних, а не лише користуватися заздалегідь програмованими алгоритмами. Це дає можливість створювати більш точні та ефективні стратегії управління, а також прогнозувати майбутні тенденції та результати на основі аналізу даних.

Аналіз великих обсягів даних також є ключовим елементом управлінської діяльності. Великі обсяги даних, які зберігаються і накопичуються, можуть стати цінним ресурсом для бізнесу, якщо їх правильно проаналізувати. Сучасні інструменти аналізу даних дозволяють виявляти патерни, тренди та взаємозв'язки між різними даними, що може служити підґрунтям для прийняття управлінських рішень. Аналіз даних допомагає виявляти слабкі місця в бізнес-процесах, ідентифікувати можливі ризики та знайти нові можливості для розвитку компанії.

Основна перевага використання машинного навчання та аналізу даних в управлінні полягає у тому, що ці технології дозволяють приймати рішення на основі об'єктивних даних, а не лише на основі інтуїції чи досвіду. Це відкриває нові горизонти для управлінської діяльності, дозволяючи компаніям працювати більш ефективно та конкурентоспроможно.

Ефективне управління процесами у сучасних умовах бізнесу є важливою складовою успіху. Для досягнення цієї мети підприємства використовують різноманітні інструменти та підходи. Одними з найефективніших та поширених є впровадження ERP-систем і систем управління проектами.

Системи планування ресурсів підприємства (ERP) — це інтегровані програмні комплекси, які охоплюють управлінські та функціональні процеси підприємства. Їхня основна мета полягає в тому, щоб об'єднати всі аспекти бізнесу, від фінансів і закупівель до виробництва та логістики, у єдину систему зі спільною базою даних. Це дозволяє покращити координацію та співпрацю між відділами, забезпечуючи цілісність даних та швидку передачу інформації.

Наявність ERP-системи дає можливість здійснювати моніторинг фінансових операцій, контролювати запаси, оптимізувати ланцюги постачання та управляти виробництвом. Отже, завдяки їм підприємства можуть швидше реагувати на зміни, впроваджувати нові стратегії та оптимізувати внутрішні процеси.

З іншого боку, системи управління проектами стали важливим інструментом для підприємств, оскільки вони дозволяють ефективніше планувати, виконувати та контролювати реалізацію проектів. Вони визначають послідовність дій, розподіляють завдання між командами, встановлюють терміни виконання та контролюють бюджет.

Ці системи допомагають керівникам та командам здійснювати стратегічне планування, а також виявляти та усувати можливі ризики під час виконання проектів. Зокрема, вони дозволяють ефективно управляти ресурсами, визначати пріоритети та забезпечувати планування для досягнення максимальної продуктивності та ефективності виконання проектів.

Інтеграція ERP-систем та систем управління проектами в діяльність підприємства сприяє збільшенню ефективності управління, покращує взаємодію між відділами та командами, допомагає уникати затримок та

недоліків у виконанні завдань, що забезпечує більш швидкий та якісний результат.



Рис. 1.13 Приклад побудови ERP - системи [13]

Зокрема, в сучасному бізнес-середовищі розвиток нових продуктів (Рис. 1.5) та послуг відіграє вирішальну роль у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств. Це стає ключовим фактором успіху у змінному світі, де вимоги споживачів постійно змінюються, а технологічний прогрес швидко рухається вперед.

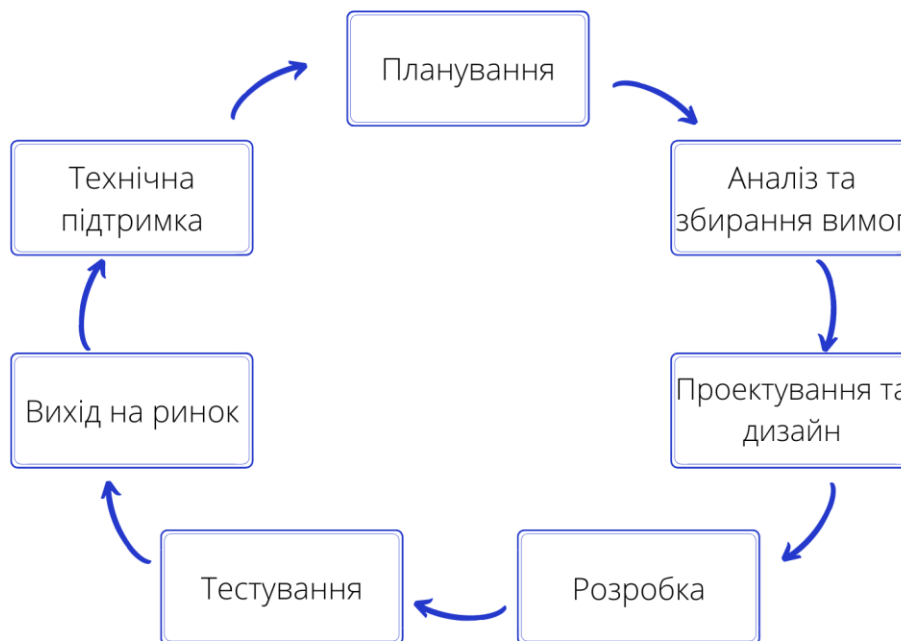


Рис. 1.14 Етапи розробки нових продуктів [14]

Процес розробки інноваційних продуктів або послуг включає в себе низку кроків та етапів, які спрямовані на задоволення потреб ринку та створення чогось унікального і корисного. Цей процес зазвичай розпочинається з аналізу ринку та ретельного вивчення потреб цільової аудиторії. Ключовим є збір інформації щодо тенденцій споживання, пріоритетів клієнтів та їхніх очікувань.

Одним зі способів створення нових продуктів є застосування передових технологій. Це може включати в себе розробку нових програмних рішень, використання штучного інтелекту для підвищення функціональності, або навіть використання нових матеріалів у виробництві.

Суттєвий етап у розробці нових продуктів - це створення прототипів та випробування їх на реальних споживачах. Це дає можливість зрозуміти реакцію ринку на пропоновані рішення та внести необхідні коригування перед фінальним випуском продукту на ринок.

Подальший процес - це підготовка до запуску продукту на ринок, включаючи розробку маркетингової стратегії, упаковку, ціноутворення та пошук каналів продажу. Ефективна стратегія впровадження нового продукту дозволяє максимізувати його успішність у конкурентному середовищі.

Усі ці процеси потребують інноваційної думки, творчого підходу та взаємодії між різними відділами компанії, що сприяє виникненню нових ідей та їхньому успішному втіленню на практиці. Такий цілеспрямований підхід до створення нових продуктів чи послуг є ключовим у сучасному світі бізнесу.

Модернізація технічної інфраструктури представляє собою постійний процес оновлення обладнання та всієї технічної бази підприємства з метою забезпечення високої продуктивності та використання передових технологій. Цей процес є важливим елементом у розвитку будь-якої сучасної організації, оскільки технічна інфраструктура стає фундаментом для впровадження та функціонування інших інновацій та систем.

Постійна модернізація технічної інфраструктури має на увазі оновлення не лише обладнання, а й усієї технічної бази, такої як комунікаційні мережі, сервери, програмне забезпечення та різноманітні інформаційні системи. Цей процес орієнтований на підтримання високої ефективності роботи, забезпечення безперебійності бізнес-процесів та пристосування до швидкозмінюваних вимог ринку.

Оновлення обладнання включає у себе постійне вдосконалення робочих станцій, комп'ютерів, пристроїв зберігання даних, периферійних пристроїв та іншого технічного забезпечення. Це дозволяє забезпечити відповідність технічних можливостей підприємства поточним вимогам до обробки даних, швидкості виконання завдань, а також збільшує загальну продуктивність працівників.

У контексті модернізації інфраструктури, важливим є не лише оновлення апаратних засобів, але й розвиток програмних продуктів та інформаційних систем. Впровадження передових технологій у сфері програмного забезпечення дозволяє автоматизувати багато процесів, покращує ефективність роботи, забезпечує швидке вирішення завдань та підвищує рівень безпеки даних.

Важливим аспектом модернізації є відповідність стандартам безпеки, особливо у зв'язку зі зростанням кількості кіберзагроз. Завдяки постійному

оновленню системи захисту даних та мережі, підприємство може уникнути атак, зберегти конфіденційність і недопущення витоків важливої інформації.

Загалом, модернізація технічної інфраструктури є важливою складовою стратегії розвитку будь-якої організації, спрямованої на підтримку її конкурентоздатності, підвищення продуктивності та впровадження інноваційних технологій.

1.4 Особливості оптимізації бізнес-процесів за допомогою систем та пристроїв IoT

Концепція Інтернету речей (IoT) та сам термін були представлені Кевіном Ештоном у 1999 році, як засновником дослідницької групи Auto-ID в Массачусетському технологічному інституті. Ця концепція об'єднує об'єкти навколишнього середовища в єдину мережу, де вони взаємодіють та обмінюються інформацією без активного втручання людини в реальному часі.

Здійснення Інтернету речей стало можливим завдяки інтеграції різних технологій, таких як бездротовий зв'язок, мікроелектронні системи та сам Інтернет, що забезпечує новий рівень функціональності. Це інноваційне рішення безпосередньо впливає на всі сфери людського життя, від управління автомобілем до способу здійснення покупок і навіть управління енергопостачанням вдома. У цьому контексті, розумні датчики та чіпи, вбудовані у фізичні об'єкти, безперервно обмінюються великими обсягами даних.

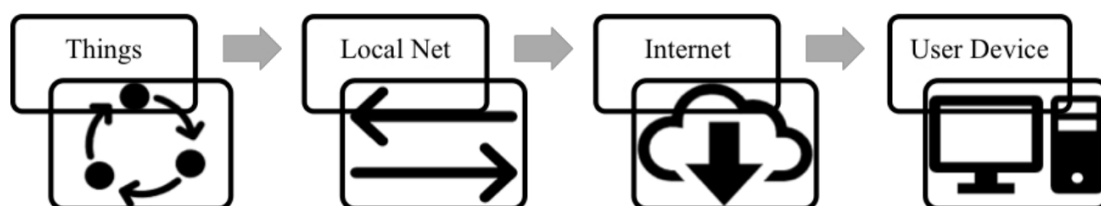


Рис. 1.15 Робота IoT систем [15]

В Україні наявна досить розвинена інфраструктура мобільних та фіксованих мереж, що робить можливим широке впровадження IoT. Ця система може служити як для масового споживача, так і для підтримки різних бізнесів. Зрозуміло, що тенденція до застосування Інтернету речей із застосуванням датчиків, додатків та платформ буде посилюватися, оскільки вкладення в цю технологію відносно невеликі.

Проте, однією з основних перешкод у розвитку IoT є відсутність єдиних стандартів, що ускладнює інтеграцію бездротових мереж та об'єктів у єдину систему. Ідеальна технологія IoT повинна об'єднувати енергоефективність, стабільність та безпеку, але наразі ці аспекти перебувають на стадії розробки. Зокрема, існує загроза кібератак на системи IoT, що підірвати довіру до цих інновацій. Тому вдосконалення системи безпеки для всіх пристроїв, які беруть участь у цій мережі, є одним з основних завдань ринку IoT.

Технологія Інтернету речей використовується не лише в домашніх умовах, але й у комерційних секторах, сільському господарстві, охороні здоров'я, нерухомості та безпеці. Вона швидко набирає популярності в таких галузях, як логістика, і продовжує розвиватися в різних аспектах сучасного життя.

Управління запасами та складування є невід'ємною складовою логістичної екосистеми сучасного бізнесу. Використання технології датчиків Інтернету речей (IoT) у цій сфері стає ключовим фактором для компаній, оскільки вона надає можливість легко відстежувати запаси, контролювати їх стан та розташування, а також розробляти інтелектуальні системи управління складом.

Датчики IoT відіграють значну роль у моніторингу запасів та забезпечують важливі дані для аналізу тенденцій, що допомагає в прогнозуванні майбутніх потреб у запасах. Це зменшує ризики, пов'язані з надлишками або недостачами запасів, що може значно вплинути на ефективність бізнесу.

Системи IoT розширюють можливості управління запасами, сприяючи уникненню втрат, забезпечуючи безпечне зберігання товарів і відновлення необхідних даних щодо товарів у реальному часі. Це також сприяє зниженню впливу людських помилок на процеси складського управління.

Одним із прикладів успішного впровадження IoT у сфері складського управління є стратегія компанії Amazon. У 2012 році Amazon впровадив роботизовані системи для переміщення товарів від однієї точки складу до іншої. Цей крок спростив і прискорив процеси управління та розподілу товарів, зменшивши вплив людських факторів на ефективність складської діяльності.



Рис. 1.16 Приклад IoT систем на складах [16]

Розвиток систем IoT в цій сфері є кроком до управління запасами майбутнього, де висока автоматизація, точність та розуміння потреб клієнтів стануть ключовими факторами для успішного функціонування бізнесу.

2 ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У СЕКТОРІ ЛОГІСТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ

2.1 Огляд сфери Інтернету речей

Інтернет речей — Internet of Things (IoT) – це мільярди фізичних пристроїв у нашому житті у всьому світі, які тепер підключені до Інтернету, збирають та обмінюються даними. Завдяки дешевим процесорам і бездротовим мережам, можна будь-що, починаючи від таблетки й закінчуючи безпілотним автомобілем, включити до Інтернету речей (IoT).

Цей процес додає рівень цифрового інтелекту до пристроїв, які були б інакше безглузді. Пристрої можуть передавати дані в реальному часі без участі людини, ефективно зливаючи цифровий і фізичний світи до купи. [17]

Існує можливість перетворення практично будь-якого фізичного об'єкта на пристрій Інтернету речей (IoT), оскільки його можна підключити до мережі Інтернету та керувати віддалено.

Інтернет речей поєднує реальні об'єкти у віртуальні системи, які можуть виконувати різноманітні функції. Основна мета полягає у з'єднанні між собою всіх можливих об'єктів, що піддаються з'єднанню, для збору даних та прийняття рішень на їх основі. Наприклад, це може включати віддалене керування гаражними дверима, кавоваркою, кондиціонером чи освітленням.

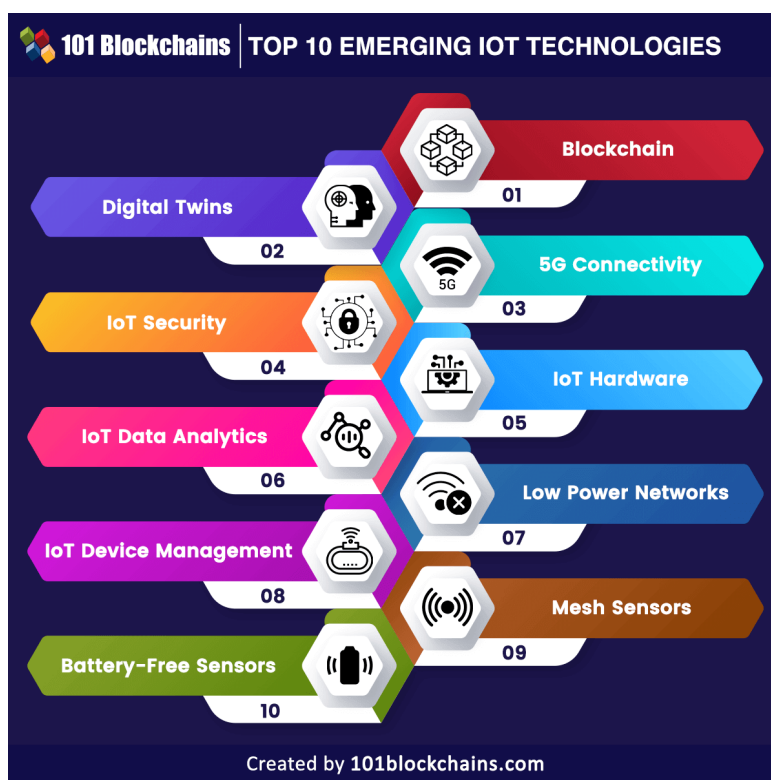


Рис. 2.1 Використання IoT систем вцілому [18]

Таке середовище створює абсолютно нові умови для бізнесу, охорони здоров'я та збереження навколишнього середовища. Вже сьогодні в Австралії лікарі використовують переносні датчики, щоб віддалено контролювати стан здоров'я пацієнтів та реагувати на зміни у реальному часі. Крім того, у США компанія AT&T розробила систему, спрямовану на

вирішення одного з найнебезпечніших проблем серед літніх людей — випадків падінь. Невеликий пристрій автоматично виявляє різке зміщення тіла та сповіщає call-центр для надання негайної допомоги.

Відтак, технології Інтернету речей мають потенціал зменшити побутові проблеми у житті людей, дозволяючи їм приділяти більше часу родині, творчості та улюбленим хобі. Зв'язок пристроїв з Інтернетом також відкриває нові можливості для раціонального використання ресурсів, таких як газ, вода, електрика, а також виробництво енергії.

Основна перевага полягає в тому, що підключеність до Інтернету створює новий світ можливостей, де об'єкти, які раніше не були пов'язані з цифровими мережами, тепер можуть бути віддалено керовані та відслідковуванні.

Цілком очевидно, що в сучасному світі розвиток Smart-технологій вимагає швидкісного Інтернету, який уможлиблює впровадження 5G-мереж. Ця технологія не просто зменшує затримки у передачі даних з датчиків, але й дозволяє підключати величезну кількість пристроїв одночасно, забезпечує довше функціонування "розумних" пристроїв до 10 років і відкриває двері для швидкісної мобільної передачі даних. Тим не менш, у цьому контексті безпека "розумних" пристроїв набуває критичного значення, оскільки до 80% з них можуть бути уразливими перед зовнішніми атаками. Це робить надзвичайно важливим неухильну надійність мережі, оскільки навіть найдрібніше відхилення може призвести до серйозних наслідків, включаючи травми чи загибель людей.

Розбудовуючи Smart-технології, виникають нові концепції, такі як Smart-міста, Smart-країни, Smart-освіта та Smart-економіка, що свідчить про формування майбутнього Smart-суспільства. Його основу становлять

"суспільство знань" та цифрові технології, орієнтовані на цифрову революцію у розвитку цивілізації.

У такому суспільстві увага акцентується на використанні знань та інновацій, де колективна праця виявляється найефективнішою, сприяючи співпраці та використанню колективного інтелекту. Величезною перевагою колективного мислення є його здатність знаходити оптимальніші рішення за участю різних учасників з різними досвідом і розумінням проблеми. Психологи доводять, що група спроможна приймати кращі рішення, ніж окрема особа, завдяки різноманітності підходів і точок зору, які можуть бути задіяні для оптимального вирішення проблеми.

Застосування технологій IoT успішно проявили себе у наступних напрямках:

- Виробництво;
- Інфраструктура;
- Логістика;
- Транспорт;
- Військово-оборонний комплекс;
- Агро-сектор;
- Торгівля, включаючи роздрібні продажі;
- Банківська і страхова системи;
- Нафто-газова промисловість і видобуток корисних копалин;
- Напрямки Smart home і Smart city;
- Виробництво і реалізація продуктів харчування;
- Сфера обслуговування;
- Медицина;
- IT-індустрія.[19]



Рис. 2.2 Використання IoT систем за сферами [20]

Переваги Інтернету речей (IoT) для бізнесу залежать від конкретних застосувань та напрямків використання, але загальна суть полягає у можливості компаній отримувати широкий спектр даних про свої продукти, внутрішні процеси та їхній статус. Розглянемо ці переваги докладніше:

1. Своєчасне та повне отримання інформації: IoT надає можливість прогнозування подій на основі достовірних даних, що дозволяє компаніям реагувати вчасно.
2. Керування виробничими циклами: Інформація з IoT дозволяє утворити повне уявлення про виробничі цикли і керувати ними на всіх етапах.
3. Ефективне структурування даних: IoT забезпечує ефективну організацію наявних даних для максимальної користі.
4. Підвищення конкурентоспроможності: Зменшення витрат через оптимізацію процесів дозволяє компаніям підняти свої показники на ринку.
5. Віддалений моніторинг: Можливість віддаленого моніторингу далеко розташованих об'єктів допомагає уникнути аварій і збоїв.

6. Аналіз даних про клієнтів: Оптимізація цільової аудиторії на основі даних про покупців забезпечує кращу адаптацію продукту до реальних потреб.
7. Власна безпека компанії: Відеоспостереження та віддалений контроль дозволяють зберігати безпеку в офісних приміщеннях.
8. Автоматизація процесів замовлення: Зменшення ручного введення даних та автоматичне планування і резервування товарів на складі.

ІоТ може допомогти підприємствам оптимізувати процеси та підвищувати ефективність діяльності, але важливо ретельно підходити до його впровадження, забезпечуючи надійність, безпеку і захист від можливих загроз.

ІоТ в логістиці може виявитися надзвичайно корисним, оскільки його вплив на наші повсякденні процеси демонструє певні вигоди для споживачів. Ось кілька прикладів:

1. Спрощене управління: Системи, як Echo Amazon чи Google Home, роблять життя зручнішим, дозволяючи легко програвати музику, ставити таймери та отримувати необхідну інформацію.
2. Підвищена безпека: Системи домашньої безпеки дозволяють віддалено контролювати будинок, бачити відвідувачів і спілкуватися з ними, що підвищує рівень безпеки.
3. Енергоефективність: Розумні термостати та освітлення можуть економити енергію, автоматично регулюючи температуру та освітлення відповідно до потреб.
4. Віддалені спостереження: Датчики спостереження дозволяють відслідковувати рівень шуму чи чистоту в будинку, надаючи корисну інформацію.

5. Майбутнє автомобільної та громадської транспорту: Автономні автомобілі та міста, які використовують технології IoT, можуть змінити спосіб, яким ми взаємодіємо з нашим особистим та громадським простором.

Поступово оточення, де ми живемо та працюємо, буде заповнюватися розумними пристроями, але це вимагатиме готовності приймати компроміси в аспектах безпеки та конфіденційності. Все ж таки, існує певний ризик у зв'язку з глобальною відкритістю даних та іншими особливостями цих технологій. Однак розвиток технологій продовжиться, вбираючи всі сумніви та вдосконалюючи систему в цілому.

Інтернет речей відрізняється від інших IT-систем через тісний зв'язок з фізичними явищами. Він реагує на події реального світу, які можуть бути такими простими як рух чи зміна температури (Рис. 2.3). Важливо зазначити, що ці дії породжують величезну кількість даних. Іноді один датчик може згенерувати велику кількість інформації, наприклад, звуковий датчик для перевірки обладнання. В інших випадках, навіть один біт даних може передати життєво важливі відомості про здоров'я пацієнта. Технологія сенсорів розвивається, стаючи меншою за розміром та дешевшою. Це відкриває дорогу до підключення мільярдів пристроїв до Інтернету речей, що відповідно підтверджує прогнози.

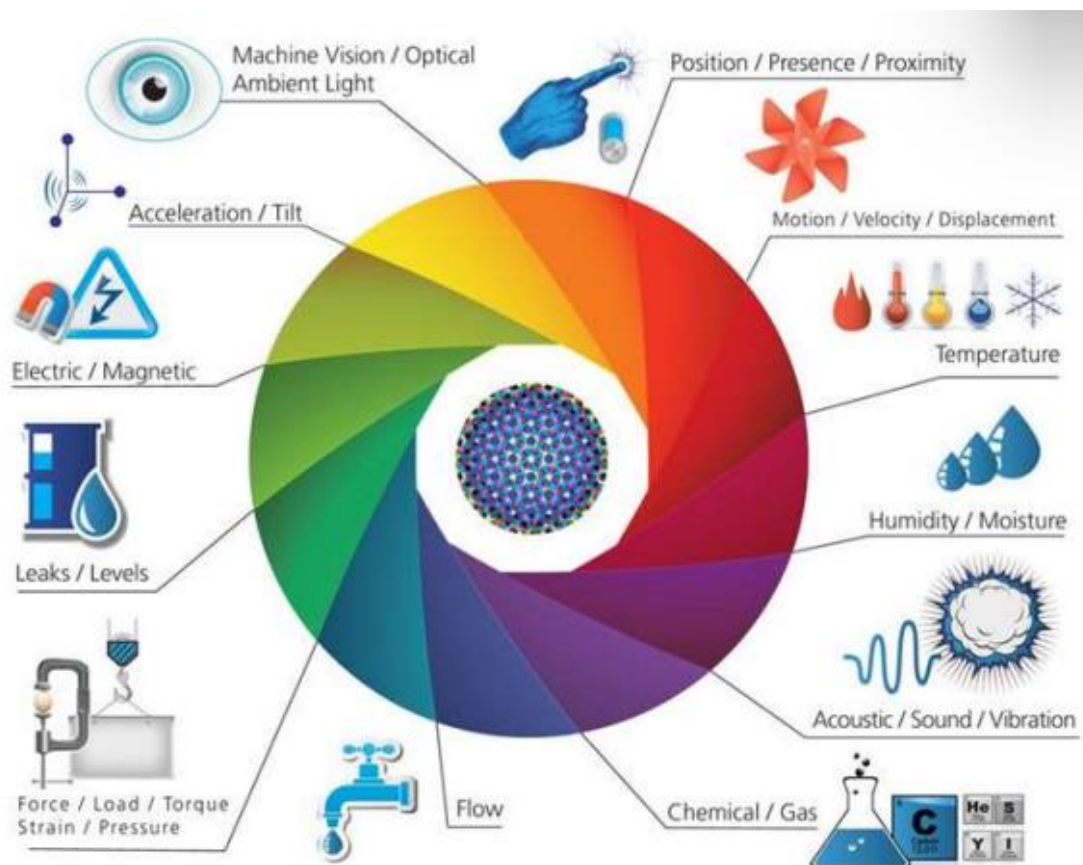


Рис. 2.3 Використання IoT систем [21]

При розгляді Інтернету речей важливо враховувати мікроелектромеханічні системи, датчики та інші недорогі пристрої і їх фізичні властивості. Це також стосується систем живлення, необхідних для цих пристроїв. Важливо усвідомити, що навіть мільярди малих датчиків потребують значної енергії. Питання живлення пов'язане з організацією хмарних сервісів Інтернету речей.

Інтернет речей (IoT) фактично є мережею, яка складається з унікально ідентифікованих об'єктів - вони, по суті, "речі", що можуть спілкуватися через IP-підключення без прямого втручання людини.

Важливо відзначити, що термін "IoT" охоплює значно більш складне явище, ніж просто сукупність датчиків. Збір та аналіз даних про об'єкти - будь то механізми, будівлі чи люди - за допомогою датчиків існує вже

давно. Однак індустріальний Інтернет різко відрізняється тим, що ці датчики об'єднуються у єдину мережу з аналітичними або керуючими системами. Це призводить до самостійної мережі об'єктів, де відбувається обмін даними, на основі яких автоматично приймаються рішення та виконуються керуючі дії.

На сьогоднішній день IoT налічує мільярди фізичних пристроїв по всьому світу, які з'єднані з Інтернетом і обробляють величезний обсяг даних. Майбутнє передбачає активну участь інтернет-речей у бізнесі, інформаційних та соціальних процесах, де вони можуть взаємодіяти між собою, обмінюючись інформацією про навколишнє середовище без необхідності людського втручання.

Завдяки процесорам та бездротовим мережам, все, починаючи від найменших пристроїв до повітряних суден, можна перетворити на частину IoT. Це розширює рівень цифрового інтелекту пристроїв, які в іншому випадку були б пасивними, дозволяючи їм взаємодіяти без прямої участі людини і злиття цифрового та фізичного світів.

2.2 Шляхи використання IoT-технологій для покращення логістики

IoT в логістиці (рис 2.4) може принести чимало переваг, але вони залежать від специфіки впровадження та конкретних потреб підприємства. Основна суть полягає в тому, що компанії можуть мати доступ до більш об'ємної інформації про свої продукти, внутрішні системи та їхній стан. Ось деякі конкретні переваги:



Рис. 2.4 Використання IoT систем в логістиці [22]

1. Швидке та прогностичне отримання інформації: Збирання і аналіз даних дає змогу оперативно реагувати та прогнозувати події.
2. Управління виробничими циклами: IoT дозволяє комплексно розглядати та керувати виробничими циклами на всіх рівнях.
3. Ефективне структурування даних: Інформація стає більш організованою та точною завдяки IoT.
4. Підвищення конкурентоспроможності: Оптимізація витрат може значно підняти позиції на ринку.
5. Віддалений моніторинг об'єктів: Можливість віддалено контролювати об'єкти навіть на великих відстанях, що попереджує серйозні поломки та збої.
6. Аналіз даних клієнтів: Вивчення та аналіз поведінки споживачів може забезпечити краще співвідношення між продуктом і його аудиторією.
7. Забезпечення безпеки: Віддалене відеоспостереження у офісах забезпечує безпеку компанії.

8. Автоматизація замовлень: Системи IoT допомагають у зниженні ручного введення даних та вчасному плануванні запасів на складі.

Ці переваги можуть виявитися дуже цінними для різноманітних аспектів логістики, сприяючи оптимізації процесів та підвищенню продуктивності.

Інтернет речей (IoT) в логістичних комплексах надає різноманітні можливості для підвищення ефективності й оптимізації процесів. Один із основних аспектів цих рішень — це розумне освітлення. Використання сенсорів та систем автоматичного керування дозволяє ефективно використовувати електроенергію. Наприклад, за допомогою рухових сенсорів освітлення може активуватись лише там, де є активність людей, що зменшує витрати енергії. Також, розумне освітлення може регулюватись під умови природного освітлення, щоб знизити навантаження на систему освітлення.

На рисунку 2.5 можна побачити автоматизацію заводу і так само можливо автоматизувати і логістику.



Рис. 2.5 Автоматизація заводу [23]

Інший важливий аспект IoT для логістичних комплексів — це керування мікрокліматом. Системи керування мікрокліматом, за допомогою сенсорів та автоматизованого регулювання, можуть створювати оптимальні умови для зберігання та транспортування товарів. Вони моніторять температуру, вологість та інші фактори, що впливають на якість товарів, та вчасно активують корекційні заходи для запобігання пошкодженню або втраті якості.

Застосування IoT в логістиці також сприяє управлінню запасами. Сенсори, розміщені на полицях або контейнерах, дозволяють в реальному часі відстежувати кількість товарів і їх місце розташування. Це допомагає точно визначити, коли товар чи матеріал потребує поповнення або переміщення, знижуючи час інвентаризації та уникнення втрат чи недопостачання.

RFID-мітка - це невеликий зберігаючий пристрій, що складається з мікрочіпу, що містить інформацію, та антени, що відповідає за передачу та прийом даних. Ця мітка може бути активною, працюючи від енергії, але, як правило, не потребує живлення.

У пам'яті RFID-мітки зберігаються унікальні дані та ідентифікаційний номер. Коли вона опиняється у зоні зчитування, реєструючий пристрій сприймає інформацію та зчитує її.

Як раз таки корисним аспектом застосування рішень Інтернету речей (IoT) в логістичних комплексах є використання геолокаційних технологій для стеження за переміщенням товарів. Завдяки RFID-міткам або іншим пристроям можна точно відстежити рух товарів на кожному етапі постачання: від прибуття до відправлення. Це сприяє підвищенню ефективності управління логістикою, зменшенню часу доставки та ризику втрати або крадіжки товарів.

Інтернет речей також забезпечує збір та аналіз величезної кількості даних, що дозволяє логістичним комплексам прогнозувати попит, оптимізувати маршрути доставок та виробничі процеси. Це сприяє зниженню витрат на транспортування та утримання складів, підвищенню швидкості обробки замовлень та загальній ефективності логістичного ланцюжка.

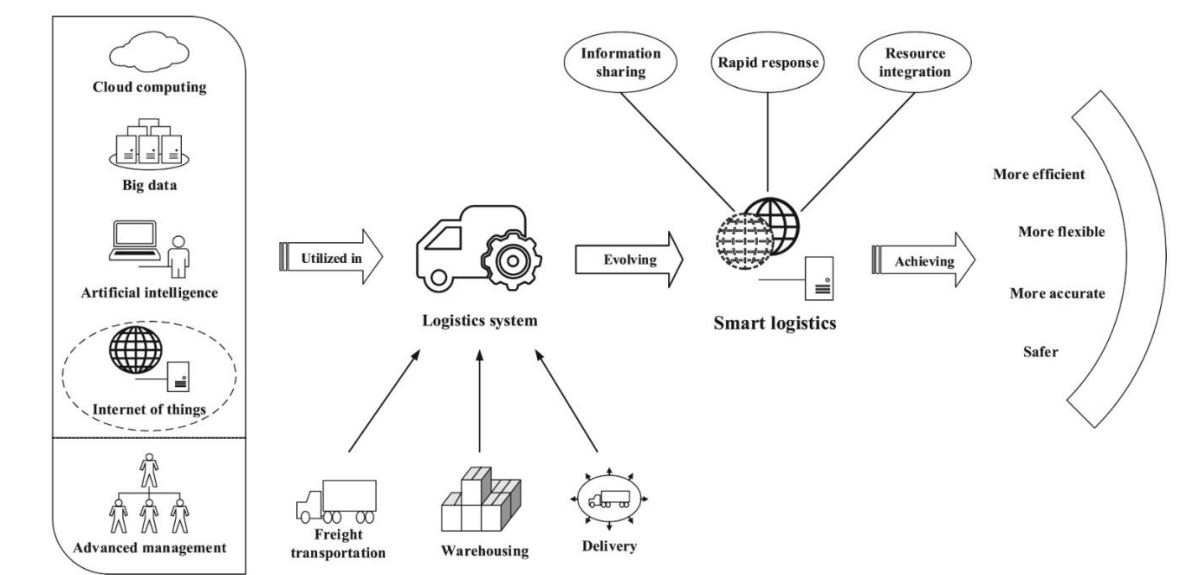


Рис. 2.6 Концептуальна мапа автоматизованої логістики [24]

Загалом, рішення IoT для логістичних комплексів мають значний потенціал для автоматизації та оптимізації процесів, що призводить до підвищення продуктивності. Крім того, IoT може сприяти підвищенню рівня безпеки та зменшенню ризиків. Системи моніторингу за допомогою відеокамер та сенсорів дозволяють виявляти незвичайну активність чи порушення безпеки на складах чи території комплексу. Це дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози та запобігати крадіжкам, втратам або іншим подібним проблемам.

Важливо зазначити, що успішність логістичних інновацій залежить не тільки від їхнього характеру й масштабу, але й від потенціалу персоналу,

що застосовує їх. Це дозволяє логістичним компаніям забезпечувати необхідний рівень сервісу та оптимізувати процеси.

Наприклад, використання електромобілів стає важливим фактором в конкурентній боротьбі. У світі вже довгий час функціонують електровантажівки, що можуть працювати у логістиці. Це відкриває шлях до застосування електромобілів для різних типів перевезень, зменшуючи викиди та витрати на паливо.

Україна теж виявляє зацікавленість у застосуванні альтернативних видів транспорту, що відображено в Національній транспортній стратегії до 2030 року. Проте, використання таких засобів у логістиці наразі тільки набирає обертів, але електроавтомобілі все ще переважно використовуються приватними особами.

До того ж, автономні автомобілі та безпілотні літальні апарати починають активно застосовувати у логістиці. Керування ними може здійснюватися через Інтернет, що сприяє покращенню ефективності та зменшенню трафіку на дорогах.

Ці інновації допомагають зменшити витрати на логістику, проте важливо відзначити, що повне використання безводійних транспортних засобів залишається поки що несхожим. Водії все ще необхідні для контролю ситуації на дорогах, спілкування з отримувачами та збереження правильності видачі товарів. Автоматизація логістичного процесу може знизити витрати на 47%, але основні економії (80%) відбудуватимуться за рахунок скорочення персоналу.

Літальні апарати без пілотів, відомі як дрони, радикально перетворюють процес безпіотної доставки вантажів. Уже у 2016 році мережа магазинів «Walmart» запатентувала концепцію дирижабля для доставки товарів. «Amazon» у червні 2017 року відома подачею патенту на

вежу, яка стане місцем старту дронів. Українська компанія «Нова Пошта» також активно розглядає цю ініціативу та планує створення інжинірингової компанії для оперативної доставки між містами за допомогою дронів. Додатково, застосування Hyperloop у тунельних системах може допомогти у розв'язанні проблеми перевантаження транспортного руху великих міст, забезпечуючи швидку міжміську доставку.

Автоматизація складів та обробних центрів – це наступний етап у розвитку логістики. Це дозволяє уникнути витрат на людський фактор і розширити мережу складів для прискорення процесу доставки товарів. Системи можуть автономно визначати наявність товарів, аналізувати умови доставки та оптимізувати маршрути кур'єрів, враховуючи численні фактори: час доставки, місце знаходження кур'єра, дорожні умови, розмір та вага вантажу, характеристики транспорту та його завантаженість. Це сприяє ефективному використанню складів та транспорту, забезпечуючи максимально швидку доставку та мінімізацію помилок.

Реально-часові дані стають ключовими для клієнтів. Стартапи, які спрямовані на прозорість у ланцюгу постачання, використовують технологію Інтернету речей (IoT) для відстеження. Це мережа об'єктів, що обмінюються даними через Інтернет. Ця технологія дозволяє відстежувати роботу та стан обладнання, що підвищує ефективність виробництва. RFID-мітки, прикріплені до різних предметів, забезпечують їх ідентифікацію та збір даних.

Українська війна також впливає на логістику. Компанії активно шукають альтернативні методи постачання через нестабільність ринку. Деякі виробники використовують подвійне джерело постачання, щоб забезпечити стабільність у системі.

Усе це свідчить про те, що логістика – одна з найбільш перспективних галузей, яка стрімко розвивається. Інновації вже активно впроваджуються в функціональні підсистеми логістики, пропонуючи нові методи оптимізації та підвищення ефективності в постачанні та управлінні складами.

2.3 Аналіз ефективності застосування IoT-технологій для покращення логістики компанії

Серед показників ефективності бізнес-процесів виділяють такі групи (рис. 2.7):

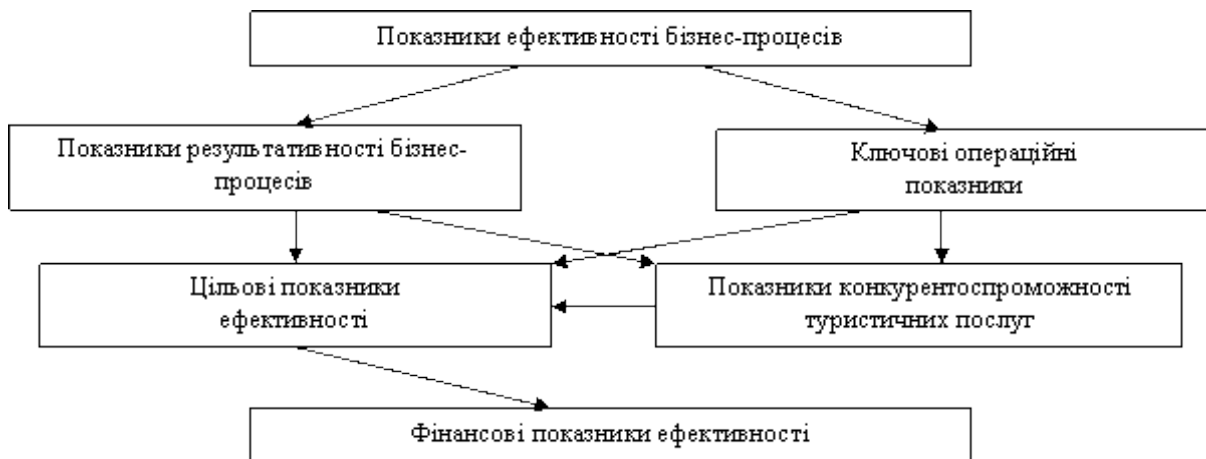


Рис. 2.7 Концептуальна мапа автоматизованої логістики [25]

Компанії в сфері логістики активно використовують IoT для оптимізації процесів. Наприклад, великий індустріальний лідер, General Electric, імплементував системи моніторингу вантажівок, що надають детальну інформацію про маршрути, швидкість та умови перевезення товарів. Це призвело до зниження часу доставки на половину та зменшення витрат на транспорт на 20%.

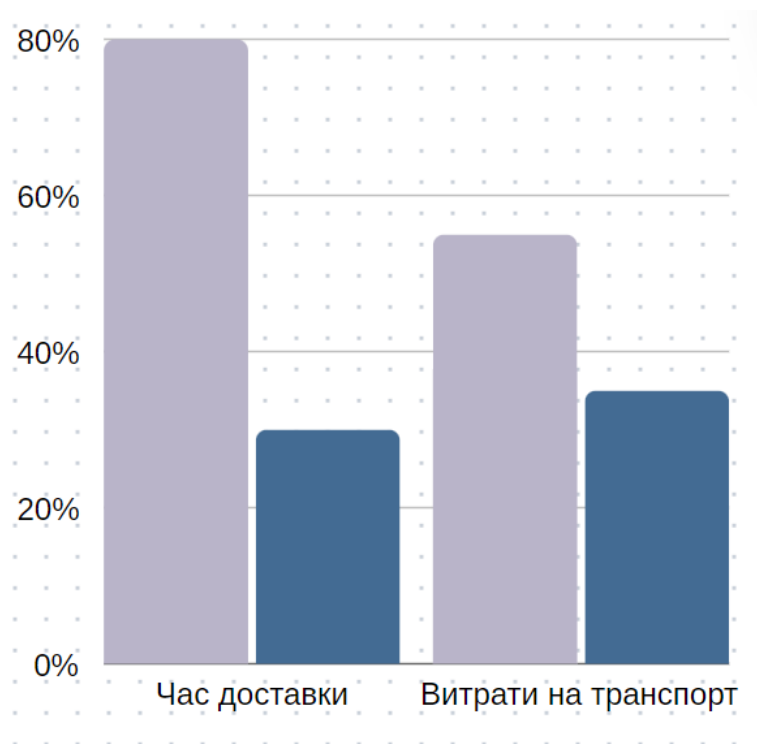


Рис. 2.8 Витрати на транспорт та час доставки до та після автоматизації логістики.

Також, DHL використовувала IoT для відстеження вантажів, заявляючи про зменшення помилок у доставці на 95% та скорочення часу підготовки вантажів на 30%.

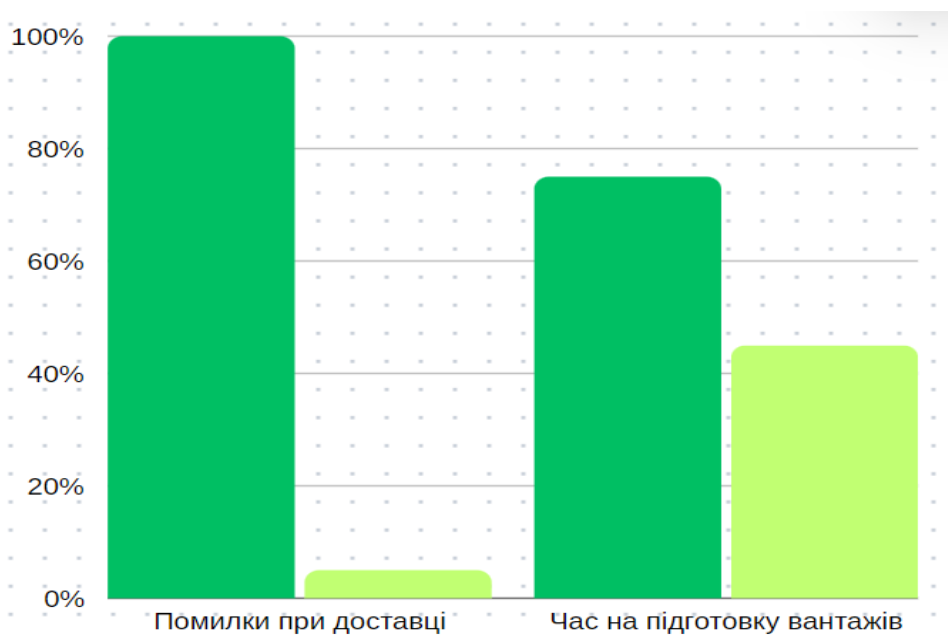


Рис. 2.9 Помилки при доставці та час на підготовку вантажів до та після автоматизації логістики.

Ці дані свідчать про потенційні можливості впровадження IoT у логістиці. Однак реальні результати можуть варіюватися в залежності від багатьох факторів, таких як розмір проекту, специфіка компанії та її інфраструктура, а також ефективність управління процесами впровадження та наявні ресурси компанії.

Оскільки основною метою цього дослідження є оцінка поточної структури знань про дослідження Інтернету речей в SCM та логістиці, ми застосували бібліометричний аналіз. Цей тип аналізу являє собою систематичний аналітичний метод, який допомагає визначити найвпливовіших науковців, їхні зв'язки, ключові слова, які вони обирають, і, що ще важливіше, як наукові роботи пов'язані між собою. Бібліометричний підхід доречний при оцінці поточного стану певної дисципліни з використанням різних показників, таких як високоцитовані публікації, науковці, журнали, академічні установи та країни.

За допомогою бібліометрії дослідники також можуть оцінити дослідницьку співпрацю між науковцями, установами та країнами. Цей підхід пропонує прозоре, статичне і систематичне представлення досліджень. Аналогічно, бібліометричний аналіз є усталеною формою метааналітичного дослідження та статистичним методом, який визначає якісні та кількісні зміни в конкретній дослідницькій темі.

Цей метод дослідження широко використовувався в попередній літературі для аналізу величезної кількості публікацій у таких різноманітних галузях і сферах, як сталий розвиток, "зелене" SCM та управління ризиками в ланцюгах поставок. Тому це дослідження спирається

на бібліометричний аналіз як ідеальний метод для вивчення поточної бази знань, на якій ґрунтується IoT в SCM і логістиці. [26]

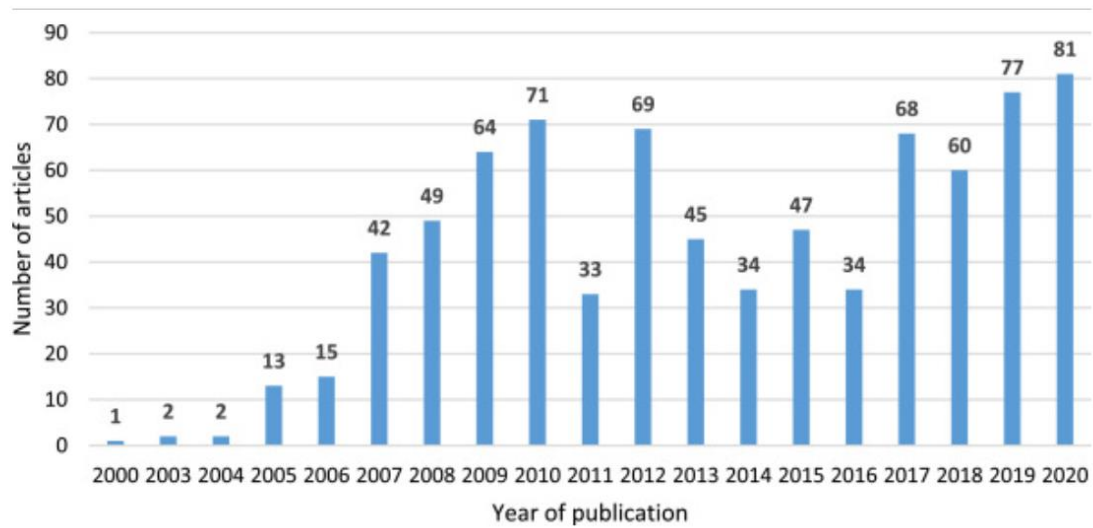


Рис. 2.10 Дослідження для вивчення поточної бази знань, на якій ґрунтується IoT в SCM і логістиці [27]

3 РОЗРОБКА ІОТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У КОМПАНІЇ УКРПОШТА

3.1 Аналіз логістичних процесів підприємства

Логістичні процеси в Укрпошті відіграють важливу роль у забезпеченні оперативної та результативної доставки листів та пакетів. Ця національна поштова служба України є однією з найбільших у країні та пропонує різноманітні послуги, включаючи доставку листів і пакетів, фінансові та інші.

Укрпошта розпоряджається складною системою логістики для забезпечення ефективної та швидкої доставки поштових відправлень. Її логістична система включає кілька ключових етапів, починаючи з прийому відправлень та їхнього подальшого сортування.

1. Прийом відправлень та сортування:

Процес починається з прибуття відправлень на відділення Укрпошти. Тут вони приймаються, реєструються та проходять сортування. Кожне відправлення отримує унікальний ідентифікатор для подальшого відстеження.

2. Транспортування:

Після сортування відправлення направляються транспортними засобами у різні регіони країни. Тут використовуються різні види транспорту, такі як автомобілі, поштові поїзди та літаки, залежно від відстані та термінів доставки.

3. Центральні сортувальні центри:

В дорозі до пункту призначення відправлення проходять через центральні сортувальні центри. Тут застосовуються високотехнологічні системи автоматизованого сортування, що допомагають розподілити великий потік відправлень, визначаючи їхні остаточні маршрути.

Звідки починається шлях відправлення до отримувача:

4. Регіональні відділення:

Посилки, призначені для конкретного регіону, спочатку відправляються до відділень регіону. Тут вони знову розподіляються та передаються для подальшої доставки на місцеві відділення.

5. Місцева доставка:

Місцева доставка здійснюється за допомогою мережі відділень Укрпошти. Поштові працівники регіональних та місцевих відділень відповідають за доставку відправлень безпосередньо отримувачам.

6. Відстеження відправлень:

Ключовим компонентом логістики Укрпошти є система відстеження, що дозволяє клієнтам в режимі реального часу відслідковувати маршрут своїх посилок через офіційний веб-сайт або мобільний додаток.

7. IT-інфраструктура та безпека:

Логістична система Укрпошти базується на сучасних інформаційних технологіях та засобах безпеки. Застосування високотехнологічних систем дозволяє автоматизувати багато логістичних процесів, зменшуючи час і витрати на доставку.

Для розуміння основних проблем у логістичних процесах Укрпошти було проаналізовано відгуки користувачів за 2023 рік на незалежній платформі Otzuvua (рисунок 3.1).

Укрпошта відгуки

Відгуки клієнтів, співробітників, відгуки про роботодавців

1.6 ★★☆☆☆
13444 відгука / 4907236 переглядів



Рис. 3.1 Відгуки українців про роботу Укрпошти

Загальна думка про Укрпошту переважно негативна. Користувачі висловлюють чимало невдоволень та зауважень щодо різних аспектів роботи поштової служби, зокрема серйозних логістичних проблем (див. рис. 3.1).

1. Затримки у доставці: багато відгуків свідчать про значні затримки у доставці відправлень, що призводить до незадоволення користувачів. Часто зазначають випадки, коли поштові відправлення тривають довгий час у сортувальному центрі без подальшого руху.
2. Проблеми із направленням відправлень: кілька відгуків вказують на те, що відправлення не завжди вірно направляються або відправляються до інших регіонів, що призводить до затримок і непорозумінь.
3. Втрати відправлень: є випадки втрат відправлень або їх неправильної адресації, що може створювати проблеми як для відправників, так і для отримувачів.
4. Проблеми із відстеженням: деякі користувачі вказують на недостатню інформацію щодо відстеження відправлень та відсутність можливості реального відстеження їх маршруту. [28]

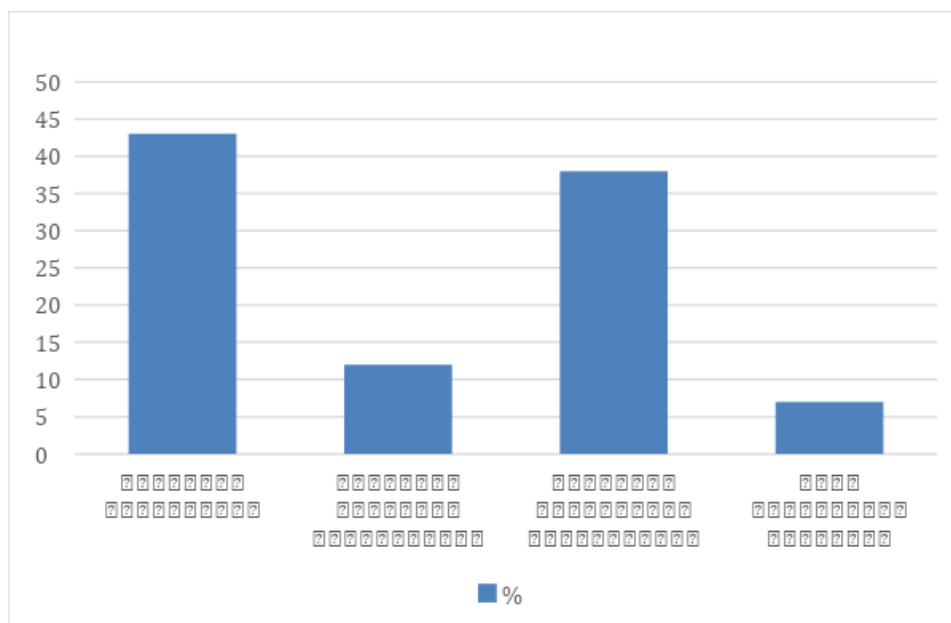


Рис. 3.2 Ключові проблеми логістики Укрпошти, які відзначають користувачі

Логістичні проблеми в службі доставки, такі як значні затримки, проблеми із спрямуванням посилок, втрати відправлень та недостатня інформація з відстеженням, можуть мати серйозні економічні наслідки:

- Затрати на зберігання: затримки в доставці можуть привести до необхідності додаткового зберігання товарів на складах. Збільшення обсягу зберігання може призвести до додаткових витрат на оренду приміщень та утримання складської інфраструктури.
- Втрати через відмову від послуг: і клієнти, які стикаються з постійними затримками та втратами посилок, можуть відмовлятися від послуг даного перевізника. Втрата клієнтів може призвести до втрати доходу та погіршення репутації компанії.
- Погіршення репутації: постійні проблеми із спрямуванням, втратами та затримками можуть суттєво вплинути на репутацію служби доставки. Негативний образ може призвести до втрати довіри споживачів та погіршення конкурентоспроможності компанії на ринку.
- Витрати на вирішення проблем: для виправлення проблем службі доставки може знадобитися вкладення фінансових ресурсів у модернізацію інфраструктури, підвищення кваліфікації персоналу та впровадження нових технологій.
- Втрати бізнесу через невдалий логістичний ланцюг: компанії, які використовують служби доставки для своїх товарів, можуть зазнавати втрат через несправну логістику.

Проблеми в ланцюгу постачання можуть спричинити несвоєчасні поставки та обмежити можливості бізнесу.

Загалом, негативні логістичні проблеми можуть вплинути на всю економічну діяльність компаній та накласти негативний ефект на рівень обслуговування та репутацію.

3.2 Планування архітектури IoT-системи для оптимізації логістичних процесів у компанії Укрпошта

Укрпошта, як і багато інших логістичних компаній, зіткнулася з численними викликами, такими як затримки в доставці, проблеми із спрямуванням посилок, втрати відправлень та проблеми із відстеженням. Для вирішення цих труднощів та оптимізації логістичних процесів доцільно провести розробку системи управління відправленнями, яка базується на RFID-технологіях та використовує хмарні рішення.

Система управління відправленнями на основі RFID-технологій та хмарних технологій (структурну схему можна побачити на рисунку 3.1) може ефективно допомогти оптимізувати логістичні проблеми Укрпошти.

Ключові складові та характеристики такої системи:

- RFID-мітки: кожна посилка на складі обладнана RFID-міткою для унікальної ідентифікації.
- RFID-зчитувачі: розташовані на ключових точках складу для зчитування та реєстрації руху посилок.
- Датчики умов зберігання: датчики температури та вологості, розміщені у зоні зберігання для постійного моніторингу та контролю умов.
- Хмарне сховище даних: дані від RFID-міток та датчиків передаються до хмарного сервісу для централізованого аналізу.
- Аналітика та обробка даних: отримання корисної інформації з даних про рух товарів та умови зберігання.
- Система керування відправленнями (WMS): на основі даних від RFID та аналізу попиту система WMS визначає оптимальні рішення щодо розташування і логістики посилок.

- Оптимізація розміщення товарів: враховуючи рух посилок та їх популярність, система розташовує їх так, щоб зменшити час доступу та оптимізувати простір складу.

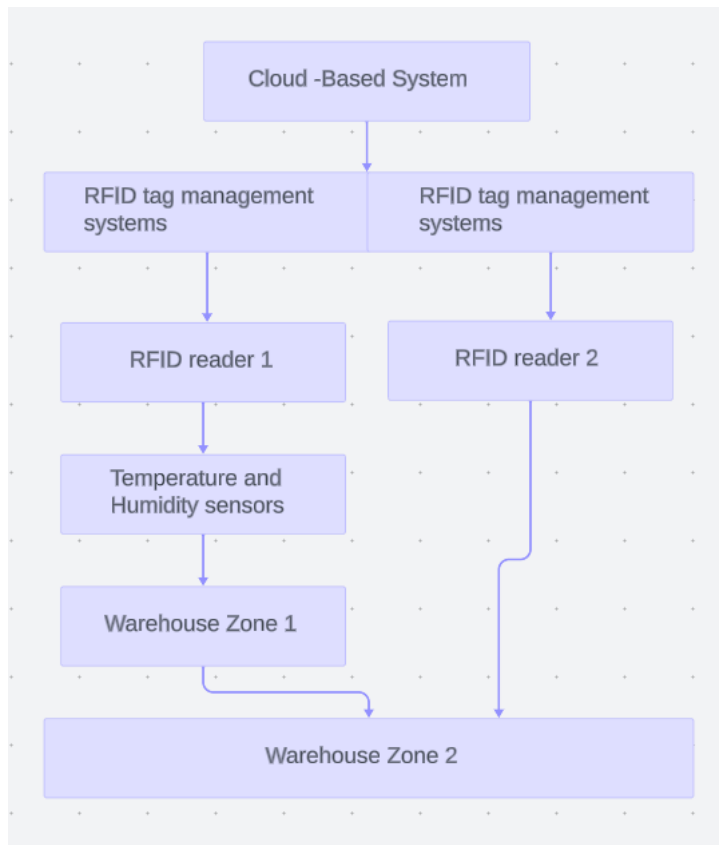


Рис. 3.3 Структурна схема системи

Архітектура системи з RFID-мітками показана на рисунку 3.3.

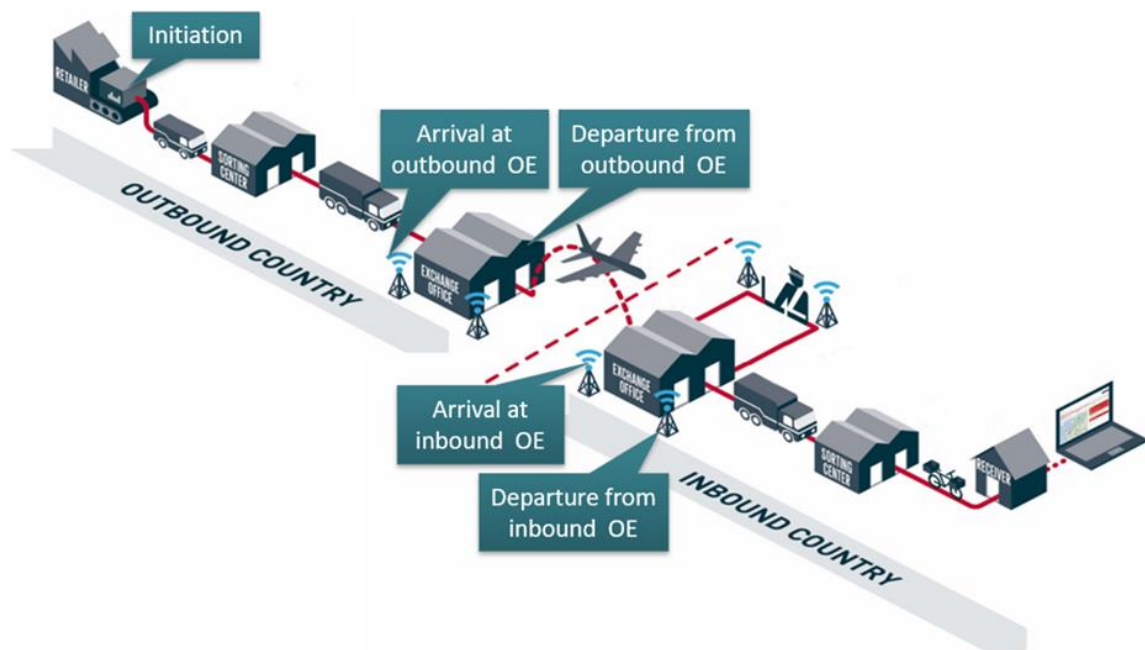


Рисунок 3.4 Схематичне зображення покращеної логістичної системи

Кожне відправлення, що надходить на склад, ідентифікується RFID-міткою, яка реєструється системою. Датчики температури та вологості надсилають дані до системи для нагляду за умовами зберігання. Інформація з RFID та датчиків передається до хмарного сервісу для аналізу та оптимізації управління відправленнями. Система WMS автоматично визначає необхідність переміщення посилок. З урахуванням історії руху посилок та їх популярності (по категоріях), система оптимізує розташування товарів на складі для мінімізації часу доступу.

Переваги інтеграції такої системи для Укрпошти:

- Підвищення ефективності: автоматизація та оптимізація логістичних процесів сприяють підвищенню швидкості та точності обробки посилок.
- Зменшення втрат: система дозволяє швидше виявляти проблеми та запобігати втратам через вдосконалене відстеження та контроль.
- Ефективне управління відправленнями : автоматичне визначення потреби в товарах та оптимізація їх розміщення зменшує витрати на утримання відправлень.

- Покращення репутації: забезпечення точності та своєчасності доставки може позитивно вплинути на репутацію Укрпошти серед клієнтів.

Ця система дозволить Укрпошті покращити логістичні процеси, зменшити втрати та забезпечити більш ефективне управління відправленнями, що призведе до покращення якості послуг та задоволеності клієнтів.

На початковому етапі вибору технічного стеку для розробки back-end компонентів системи було обрано Java як мову програмування разом із Spring Framework і Spring Boot для високої ефективності та масштабованості. MongoDB, як база даних документів, виправдовує вибір завдяки гнучкій схемі зберігання даних про RFID-мітки (рисунок 3.5).

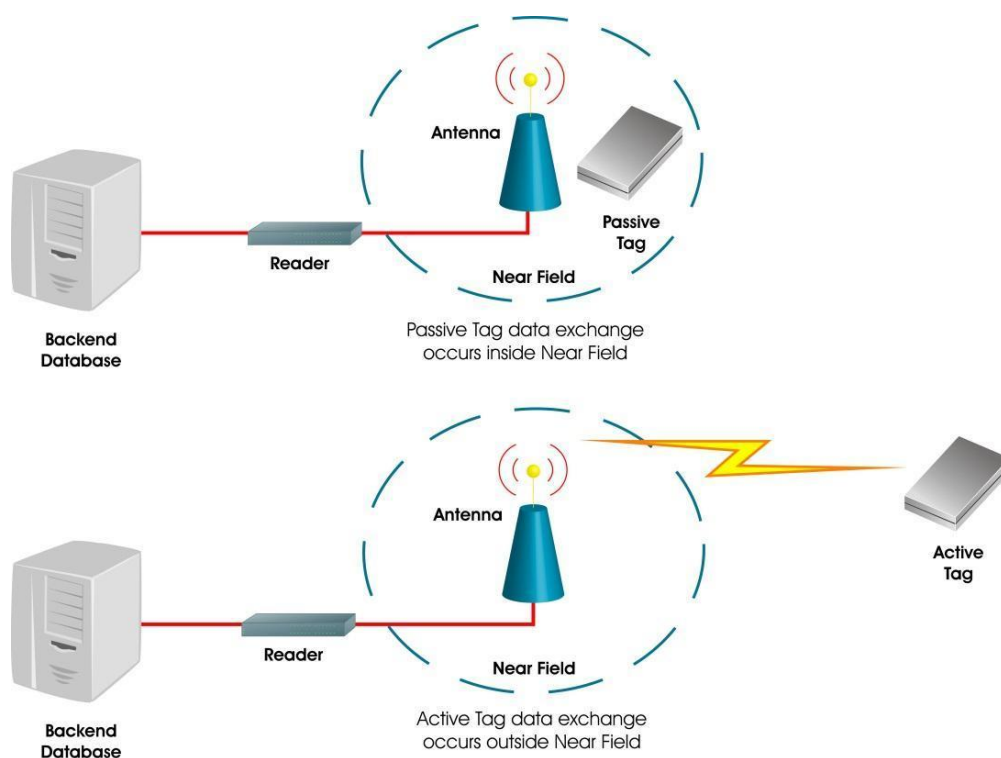


Рисунок 3.5 Принцип передачі даних до бази даних

Сьогодні в сфері розробки програмного забезпечення Java вважається однією з ключових і найбільш використовуваних мов програмування. Java, разом із Spring Framework та його Spring Boot, є важливими інструментами для створення гнучких, високоефективних і легко масштабованих програм.

Java виділяється своєю кросплатформенністю, надійністю та продуктивністю. Однією з його ключових переваг є можливість виконання програми на будь-якій віртуальній машині Java (JVM), що дає змогу розробникам писати код один раз і використовувати його на різних платформах. Це забезпечує високу переносимість програм та можливість їх запуску на різних пристроях та операційних системах.

Spring Framework став стандартом у світі розробки на Java. Він пропонує баланс між простотою використання та можливістю розширення. Однією з ключових рис Spring є інверсія управління (IoC), що дозволяє відокремлювати компоненти додатка та керувати їхнім життєвим циклом.

Spring Boot, у свою чергу, є модулем Spring Framework, спрощуючи процес розробки на його основі. Це засіб для швидкої розробки автономних додатків, готових до виробництва, з мінімальними налаштуваннями. Spring Boot надає зручний спосіб автоматизувати багато рутинних завдань - від розгортання до моніторингу.

Ці технології дозволяють створювати масштабовані та стабільні програми, що є критичними для успішних програмних проєктів в сучасному конкурентному середовищі.

У веб-розробці системи, що забезпечує інтерактивність та стабільність, обрали React.js та Redux. Це дозволяє зручну взаємодію користувачів з системою та підтримує постійний стан застосунку. React.js відповідає за інтерфейс, а Redux - за управління станом.

React.js від Facebook створено для швидкої та динамічної побудови інтерфейсів. Основна концепція - компоненти, які дозволяють розбити інтерфейс на легкі, перевикористовувані частини, спрощуючи розробку та утримання веб-додатків.

Використання віртуального DOM у React дозволяє ефективно оновлювати елементи інтерфейсу, реагуючи на зміни стану та забезпечуючи високу продуктивність.

Redux - це інструмент управління станом, де стан додатку зберігається в єдиному об'єкті та модифікується через дії та редуктори. Це полегшує керування станом великих додатків та передачу даних між компонентами React, забезпечуючи передбачуваність та зрозумілість коду.

React.js та Redux обрані за їхню популярність та прогресивність у веб-розробці, дозволяючи створювати потужні, інтерактивні додатки з спрощеною моделлю розробки.

У сучасному світі технології ідентифікації, зокрема RFID, відіграють важливу роль у вдосконаленні логістичних процесів. RFID використовує радіочастоти для відстеження об'єктів, що впроваджується в проєкті для оптимізації управління відправленнями та доставкою в Укрпошті.

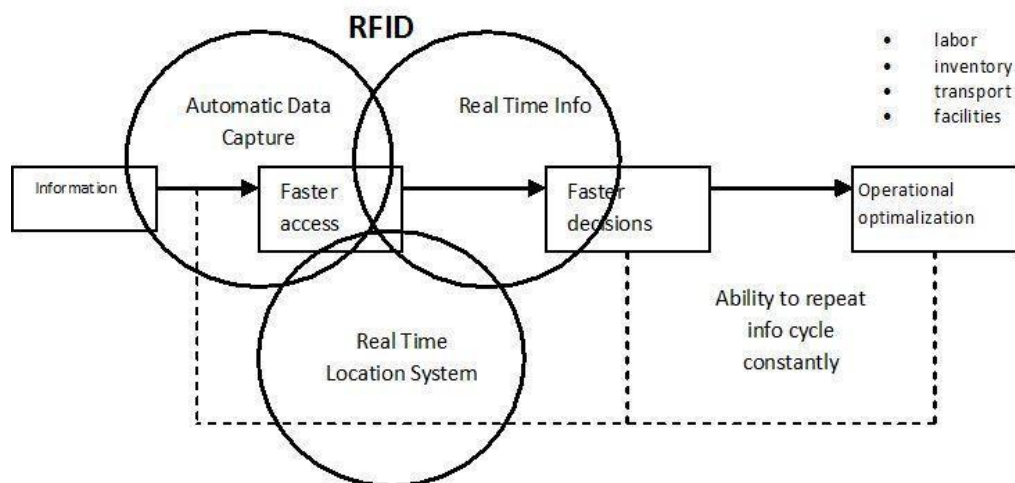


Рис. 3.6 Структурна схема технології RFID

RFID-система складається з трьох основних компонентів: RFID-міток, RFID-читачів та системи управління даними.

RFID-мітки – це маленькі пристрої, які містять чип та антенну (рисунок 3.7). Ці мітки можуть бути прикріплені до будь-якого об'єкта чи товару, які

ми хочемо ідентифікувати. У даному випадку кожна посилка, що проходить через Укрпошту, буде містити RFID-мітку.



Рис. 3.7 RFID-мітка

Читачі (рисунок 3.7) взаємодіють з мітками через радіочастоти та зчитують інформацію, яка міститься в чипі мітки (рисунок 3.8). У системі оптимізації логістичних процесів RFID-читачі будуть розміщені на ключових точках, таких як сортувальні центри та пункти доставки.



Рис. 3.8 RFID-читач

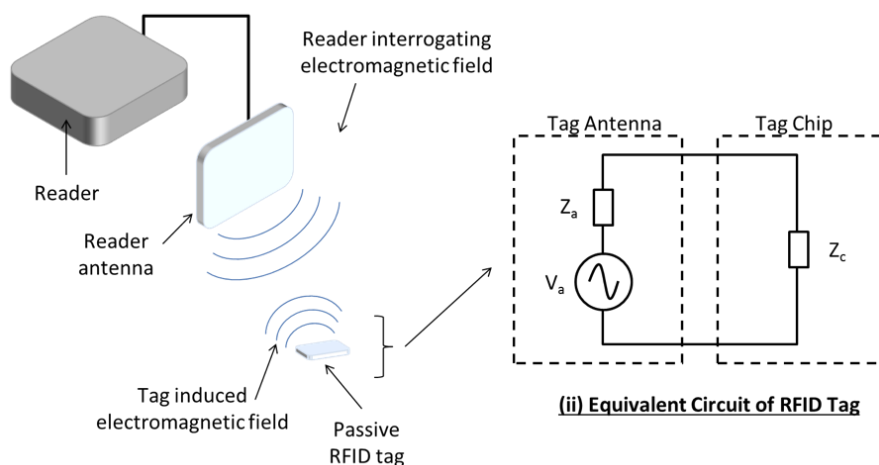


Рис. 3.9 Принцип зчитування RFID

Щоб забезпечити ефективну обробку та використання даних від RFID-міток, нам потрібна система управління даними (рисунок 3.9). Вона отримує дані від читачів, обробляє їх та надає користувачам інформацію про місцезнаходження посилок, час доставки та інші важливі деталі.

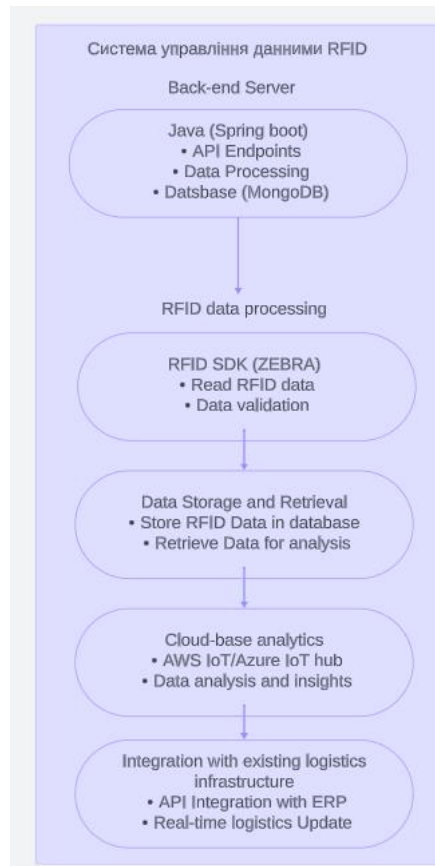


Рис. 3.10 Система управління даними – структура

У рамках цього проекту впровадження технології RFID вирішить кілька ключових проблем. Відстеження вантажів стане швидким і точним, що зменшить випадки затримок і втрат. Кожен RFID-чіп буде унікальним, що спростить ідентифікацію та маршрутизацію вантажів. Крім того, система автоматично реагуватиме на будь-які відхилення у русі вантажів, зменшуючи ризик втрат та оптимізуючи маршрути доставки.

RFID-технологія не лише вирішить конкретні проблеми Укрпошти, але й буде стратегічним кроком для удосконалення логістичних процесів, що принесе користь як компанії, так і її клієнтам.

Застосування RFID-технологій для відстеження і ідентифікації товарів на складі включало використання RFID SDK від Zebra для взаємодії з RFID-читачами та отримання даних від чіпів.

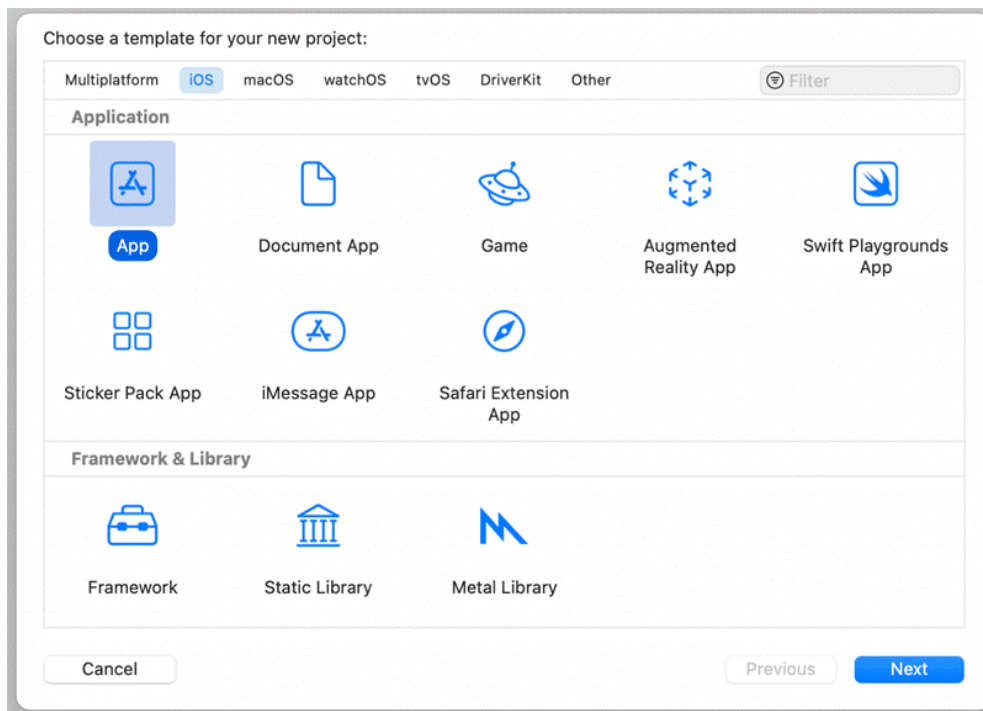


Рис. 3.11 Інтерфейс RFID SDK від Zebra

Основні особливості та можливості RFID SDK від Zebra:

1. SDK забезпечує сумісність із широким спектром RFID-читачів виробництва Zebra, що дозволяє вибрати найбільш підходящий для конкретних потреб.
2. SDK дозволяє здійснювати зчитування та запис інформації на RFID-мітках. Це може бути корисним в різних сценаріях, включаючи відстеження товарів, управління відправленнями та ідентифікацію об'єктів.
3. SDK може бути використаний з різними мовами програмування, що робить його універсальним для різних платформ та додатків.
4. Забезпечується оптимізований доступ до функцій RFID-читання та запису, що дозволяє отримувати швидкі та ефективні результати.
5. SDK надає докладну документацію та підтримку, що спрощує процес розробки та вирішення можливих проблем.

З використанням RFID SDK від Zebra розробники можуть створювати додатки, які використовують RFID-технології для різноманітних завдань,

починаючи від відстеження товарів до управління відправленнями та контролю доступу.

Щоб перевіряти умови зберігання товарів на складі, можна застосувати датчики температури та вологості. Отримані від них дані інтегруються в систему для забезпечення якості товарів.

У системі управління відправленнями, що використовує RFID та хмарні технології, датчики температури та вологості відіграють важливу роль у підтримці оптимальних умов зберігання на складі. Обрані для цього моніторингу датчики BME280 (рисунок 3.12, рисунок 3.13, рисунок 3.14) є комплексним рішенням для вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску. BME280 забезпечує детальну інформацію про кліматичні умови на складі.

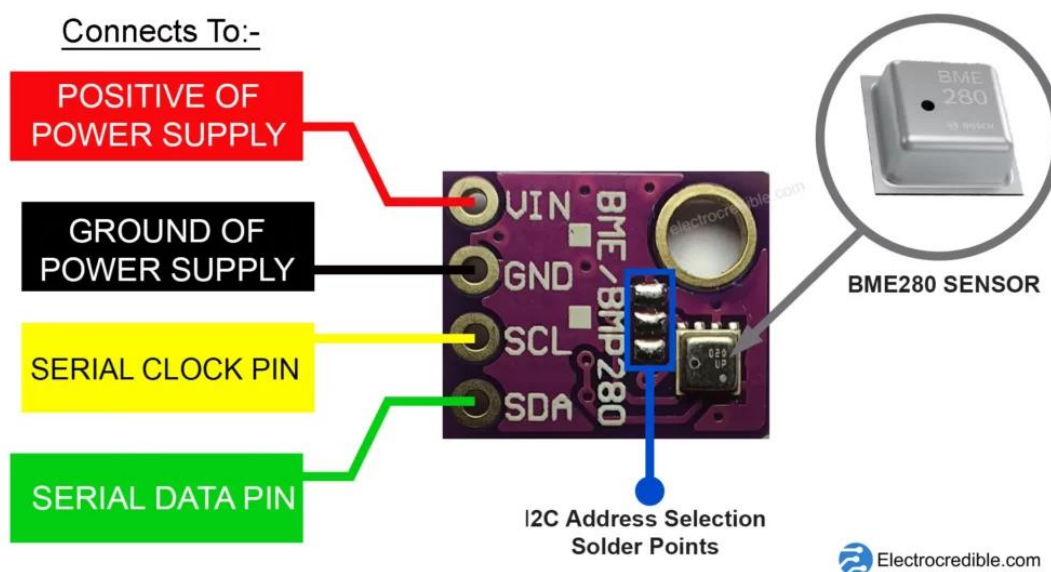


Рис. 3.12 Датчик BME280

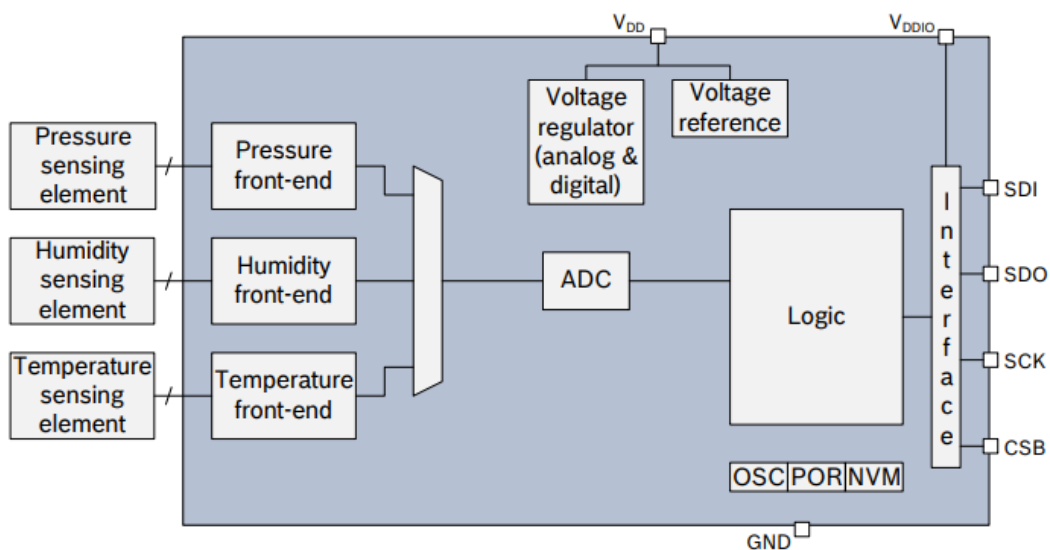


Рис. 3.13 Електронна схема датчика BME280

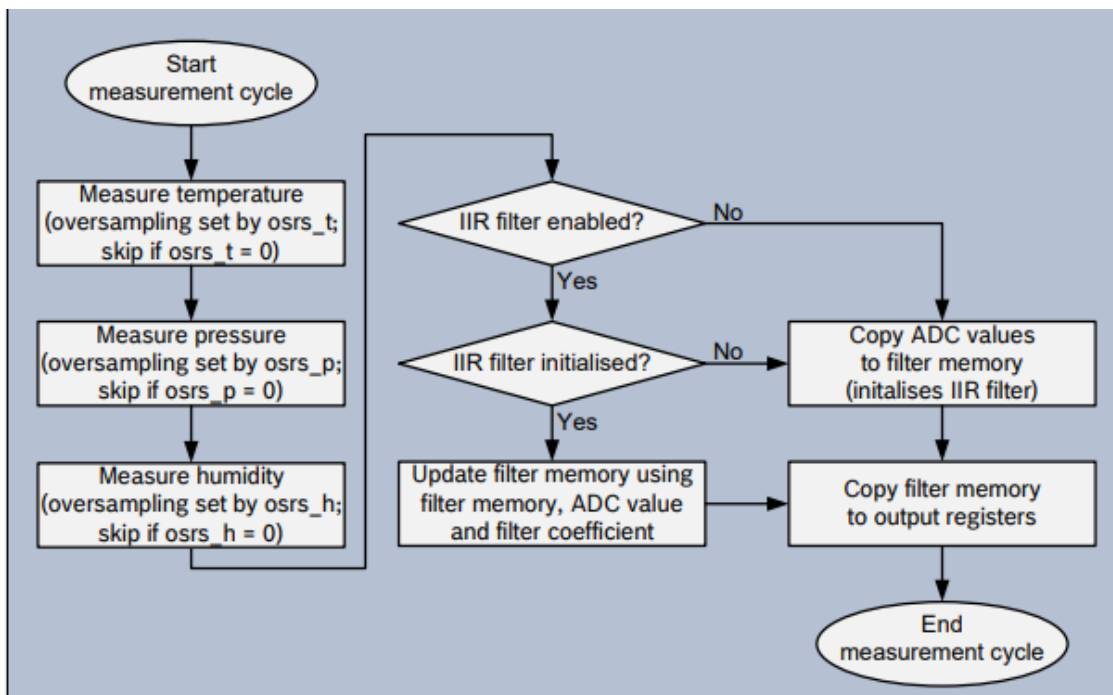


Рис. 3.14 Алгоритм роботи датчика BME280

AWS IoT пропонує різноманітні можливості, включаючи наступне:

1. Керування підключеними пристроями: AWS IoT дозволяє реєструвати та відстежувати підключені пристрої, управляти їх станом та проводити оновлення віддалено.
2. Збір та обробка даних: Ця платформа надає можливості для збору та агрегації даних у реальному часі із підключених пристроїв.

3. Інтеграція з іншими сервісами AWS: AWS IoT може взаємодіяти з різними хмаровими сервісами, такими як Amazon S3 для зберігання даних, Amazon DynamoDB для баз даних, а також з аналітичними інструментами, такими як Amazon Kinesis.

Для досягнення ефективності та надійності ми обрали Amazon Web Services (AWS) як хмарну платформу для зберігання, обробки та аналізу даних (див. рисунок 3.1). Це рішення відповідає вимогам та цілям проєкту системи управління відправленнями з наступними перевагами:

1. Розширені можливості зберігання даних: AWS пропонує різноманітні служби для зберігання даних, включаючи Amazon S3, Amazon RDS та Amazon DynamoDB, що дозволяє вибрати оптимальне рішення для потреб проєкту.
2. Обчислювальні можливості: AWS Elastic Compute Cloud (EC2) дозволяє ефективно масштабувати обчислювальні ресурси в залежності від потреб системи.
3. Аналітика та обробка даних: AWS пропонує різноманітні сервіси, такі як Amazon EMR, Amazon Redshift і Amazon Kinesis, для аналізу та обробки даних.
4. Широкий вибір сервісів: AWS має різноманіття хмарних сервісів, що покривають всі аспекти проєкту, від зберігання та обробки даних до машинного навчання та безпеки.
5. Гнучкість та масштабованість: AWS дозволяє гнучко масштабувати ресурси вгору або вниз залежно від змін потреб проєкту, забезпечуючи високу доступність та ефективне використання ресурсів.
6. Світове охоплення та надійність: AWS має розгалужену мережу дата-центрів по всьому світу, що забезпечує низьку латентність та високу доступність для користувачів у різних регіонах.

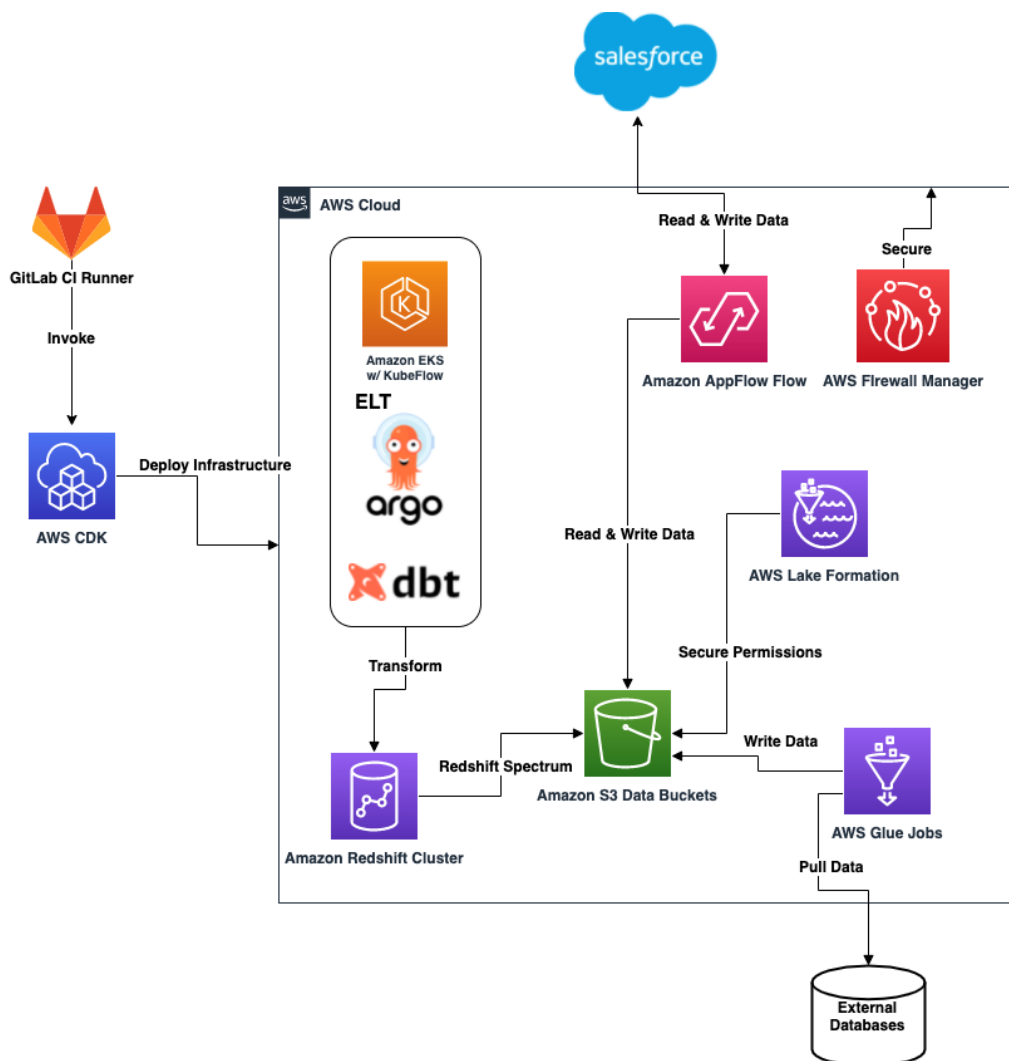


Рис. 3.15 Технологія AWS

AWS визнаний за його надійну репутацію як провайдера хмарних послуг, що використовуються великою кількістю успішних проєктів та компаній. Це робить його оптимальним вибором для розгортання хмарної інфраструктури для системи управління відправленнями.

Використання Apache Spark і TensorFlow для аналізу даних і машинного навчання допомагає здобувати цінні уявлення та оптимізувати процеси прийняття рішень.

Щоб забезпечити безпеку міжкомпонентного спілкування, використовується JWT (JSON Web Tokens).

JWT - це зручний, самодостатній та безпечний метод передачі інформації у формі JSON-об'єкта між сторонами. Він дозволяє передавати структуровану інформацію, таку як дані про ідентифікацію або дозволи, і гарантує її надійність та цілісність.

JWT складається з трьох частин: заголовка (Header), претензій (Payload) та підпису (Signature), кожна з яких закодована в Base64 та розділена крапкою.

Заголовок містить тип токена (typ) та алгоритм підпису (alg). Поле "typ" завжди має значення "JWT", а "alg" вказує на алгоритм підпису.

Претензії містять дані та додаткову інформацію, які можуть бути стандартними або користувацькими.

Підпис створюється шляхом кодування заголовка та претензій у Base64, їх об'єднання через крапку та підпису результату секретним ключем, що гарантує цілісність та автентичність токена.

JWT допомагає забезпечити безпеку й ідентифікацію в різних застосунках, як от веб-сайти, мобільні програми та сервіси. Він може передаватись разом із HTTP-запитом або зберігатись у локальному сховищі браузера. Також, завдяки вбудованому терміну дії, JWT ефективно вирішує завдання автентифікації й авторизації в розподілених системах.

Використання мікросервісної архітектури на основі Spring Cloud дозволить системі стати більш гнучкою та легкою у пристосуванні до збільшення обсягів роботи й розширення функціоналу.

Цей комплекс технологій не лише ефективно вирішить проблеми логістики в Укрпошті, а й створить потужну й масштабовану систему управління відправленнями, готову впоратися з майбутніми викликами у сфері логістики й транспортування.

3.3 Особливості інтеграції IoT-пристроїв із вже існуючою інфраструктурою компанії

Інтеграція системи RFID-міток та зчитувачів у склад поштової служби Укрпошти є ключовим етапом для підвищення ефективності та автоматизації процесів. Цей проект передбачає ретельне планування та уважне розглядання різних аспектів, оскільки вимагає встановлення зчитувачів RFID в стратегічних зонах складу.

Основні місця для розташування зчитувачів RFID включають сортувальні центри, зони приймання та видачі товарів, а також вхідні та вихідні пункти. Додатково, рекомендується розміщення зчитувачів та RFID-міток на сортувальних лініях для автоматичного визначення та відстеження вантажів. Кожне відправлення обов'язково повинне мати RFID-мітку для ідентифікації.

Щоб забезпечити взаємодію між RFID SDK, зчитувачами та центральною системою складу, рекомендується розробити API, що спростить обмін даними та оптимізує процеси внутрішньої комунікації.

Установка датчиків BME280 у кожній секції складу (мінімум по 2 штуки) є ключовим для повного моніторингу умов зберігання. Крім того, важливо впровадити в системі механізми сповіщення про будь-які порушення умов зберігання відправлень.

Цей проект має на меті покращити ефективність та точність управління складом Укрпошти, забезпечуючи високий рівень автоматизації та контролю за вантажами.

3.4 Розробка програмного забезпечення для збору, аналізу та візуалізації даних з IoT-пристроїв

Це програмне забезпечення розроблено з урахуванням складності сучасних систем, розділене на декілька ключових модулів, кожен з яких виконує конкретні завдання, спрямовані на ефективне функціонування всієї системи:

1. Модуль Управління Запасами та Відстеженням:

- RFID-Інтеграція: Логіка, що ідентифікує та відстежує об'єкти через RFID-технології. Це охоплює взаємодію з RFID-мітками та зчитувачами для збору та обробки даних.
- Система Управління Запасами: Вона автоматизує процес визначення потреб у товарах, оптимізацію їх розміщення на складі та аналіз руху запасів.

2. Модуль Моніторингу Умов Зберігання:

- Датчики Температури та Вологості: Цей модуль відповідає за постійний контроль за умовами зберігання товарів через датчики, забезпечуючи сповіщення про будь-які відхилення від заданих параметрів.

3. Модуль Аналітики Даних:

- Apache Spark: Використовує розподілені обчислення для аналізу великих обсягів даних, щоб отримати цінні інсайти та прогнози.
- TensorFlow: Цей модуль відповідає за розробку та тренування моделей машинного навчання для аналізу та передбачення поведінки системи.

4. Модуль Інтеграції IoT-Пристроїв:

- AWS IoT та Azure IoT Hub: Взаємодія з платформами керування та моніторингу IoT-пристроїв, що забезпечує надійну передачу та збір даних.
- JWT (JSON Web Tokens): Забезпечує безпеку та автентифікацію інтерактивних IoT-пристроїв.

Ця архітектура програмного забезпечення дозволяє кожному модулю спеціалізуватися на конкретних завданнях, щоб система працювала ефективно та надійно.

1. Надійна Хмарна Інфраструктура:

- Amazon Web Services (AWS): Використовується для зберігання, обробки та аналізу даних з великою масштабованістю та надійністю.

Ефективне Управління Контейнерами:

- Kubernetes: Забезпечує швидке розгортання та ефективне керування контейнерами, дозволяючи відповідати на збільшення робочих навантажень.
2. Система Точного Відстеження та Аналізу Даних Посилок:
 - Точне Відстеження: Гарантує точність та своєчасність відстеження маршруту посилки, щоб користувачі могли отримувати актуальну інформацію про свої відправлення.
 - Аналітика посилки: Надає можливість аналізу та вдосконалення логістичних процесів, виявлення та вирішення можливих проблем.
 3. Модуль Забезпечення:
 - JWT (JSON Web Tokens): Застосовується для забезпечення безпеки та автентифікації у взаємодії між компонентами.
 - Ці модулі об'єднуються в єдину систему, що націлена на оптимізацію логістичних процесів та надійне управління запасами та відстеженням вантажів.

Основні функції RFID-інтеграції реалізуються через мову програмування Java з використанням Spring Framework та Spring Boot. Нижче наведено їх опис з роз'ясненнями:

1. Ініціалізація RFID-читача:

```
public class RFIDReader {
    private RFIDReaderDevice device;

    public RFIDReader() {
        // Ініціалізація RFID-читача, підключення до пристрою
        this.device = new RFIDReaderDevice();
        this.device.connect();
    }
}
```

Рис. 3.1 Ініціалізація RFID-читача

```

public class RFIDReader {
    // ...

    public List<RFIDTag> readTags() {
        // Зчитування RFID-міток з навколишнього середовища
        List<RFIDTag> tags = this.device.readTags();
        return tags;
    }
}

```

Рис. 3.16 Зчитування RFID-міток

Метод `readTags()` використовує RFID-читач для зчитування RFID-міток, які знаходяться в області його дії.

3. Обробка та ідентифікація RFID-міток:

```

public class RFIDProcessor {
    public void processTags(List<RFIDTag> tags) {
        // Логіка обробки та ідентифікації RFID-міток
        for (RFIDTag tag : tags) {
            String tagId = tag.getId();
            // Виконання операцій ідентифікації та обробки
            // Наприклад, додавання інформації про мітку до бази даних
            processTagData(tagId);
        }
    }

    private void processTagData(String tagId) {
        // Логіка обробки даних RFID-мітки, наприклад, збереження в базу даних
        // ...
    }
}

```

Рис. 3.17 Обробка та ідентифікація RFID-міток

Клас `RFIDProcessor` приймає перелік RFID-міток та проводить їх обробку. Кожна мітка має свій унікальний ідентифікатор (`tagId`) і може бути піддана різним операціям обробки, наприклад, збереженню даних у базу даних.

Ці функції створюють базовий функціонал для інтеграції з RFID, що дає можливість читати RFID-мітки, ідентифікувати їх та виконувати необхідні операції обробки.

Основні функції системи управління запасами можна реалізувати за допомогою Java та використання Spring Framework. Наведено приклади коду з поясненнями для кожної функції:

1. Автоматичне визначення потреби в товарах (Replenishment):

```
public class ReplenishmentService {
    public void determineReplenishmentNeeds(List<Product> products) {
        // Логіка визначення потреби в товарах на основі аналізу попиту та запасів
        for (Product product : products) {
            int demand = analyzeDemand(product);
            int currentStock = getCurrentStock(product);

            // Визначення потреби в товарах
            int replenishmentNeeds = determineReplenishment(demand, currentStock);

            // Виклик сервісу для замовлення нових товарів
            orderReplenishment(product, replenishmentNeeds);
        }
    }

    private int analyzeDemand(Product product) {
        // Логіка аналізу попиту на товар
        // ...
    }

    private int getCurrentStock(Product product) {
        // Логіка отримання поточного залишку товару на складі
        // ...
    }

    private int determineReplenishment(int demand, int currentStock) {
        // Логіка визначення потреби в товарах на основі аналізу попиту та запасів
        // ...
    }

    private void orderReplenishment(Product product, int quantity) {
        // Логіка замовлення нових товарів для поповнення запасів
        // ...
    }
}
```

Рис. 3.18 Автоматичне визначення потреби в товарах (Replenishment)

Клас ‘ReplenishmentService’ має метод ‘determineReplenishmentNeeds’, що аналізує попит та наявні запаси товарів, визначаючи потребу у їх поповненні.

2. Оптимальне розміщення товарів на складі (Optimization):


```

public class WarehouseOptimizationService {
    public void optimizeWarehouseLayout(List<Product> products) {
        // Логіка оптимізації розміщення товарів на складі
        for (Product product : products) {
            // Виклик сервісу для визначення оптимального місця розміщення
            String optimalLocation = determineOptimalLocation(product);

            // Оновлення інформації про місце розміщення товару на складі
            updateProductLocation(product, optimalLocation);
        }
    }

    private String determineOptimalLocation(Product product) {
        // Логіка визначення оптимального місця розміщення товару на складі
        // ...
    }

    private void updateProductLocation(Product product, String location) {
        // Логіка оновлення інформації про місце розміщення товару на складі
        // ...
    }
}

```

Рис. 3.19 Оптимальне розміщення товарів на складі (Optimization)

Клас ‘WarehouseOptimizationService’ містить метод ‘optimizeWarehouseLayout’, який використовується для оптимізації розміщення товарів на складі.

3. Аналіз руху запасів (Inventory Analysis):

```

public class InventoryAnalysisService {
    public void analyzeInventoryMovement(List<Product> products) {
        // Логіка аналізу руху запасів на складі
        for (Product product : products) {
            // Виклик сервісу для отримання історії руху товару
            List<InventoryMovement> movements = getInventoryMovements(product);

            // Виконання аналізу руху запасів
            performAnalysis(movements);
        }
    }

    private List<InventoryMovement> getInventoryMovements(Product product) {
        // Логіка отримання історії руху товару на складі
        // ...
    }

    private void performAnalysis(List<InventoryMovement> movements) {
        // Логіка виконання аналізу руху запасів
        // ...
    }
}

```

Рис. 3.20 Аналіз руху запасів (Inventory Analysis)

Клас InventoryAnalysisService включає метод ‘analyzeInventoryMovement’, який використовується для аналізу руху запасів на складі.

Ці функції дозволяють системі управління запасами виконувати важливі завдання, такі як автоматичне визначення необхідності у товарах, оптимізація розміщення товарів на складі та аналіз руху запасів. Наприклад, основні функції взаємодії з датчиками температури та вологості в контексті системи управління запасами виглядають наступним чином:

```

public class TemperatureHumiditySensorService {
    private TemperatureHumiditySensor sensor;

    public TemperatureHumiditySensorService(TemperatureHumiditySensor sensor) {
        this.sensor = sensor;
    }

    public void monitorConditions(List<Product> products) {
        for (Product product : products) {
            // Отримання інформації про умови зберігання товару
            StorageConditions conditions = product.getStorageConditions();

            // Отримання поточних значень температури та вологості від датчика
            double currentTemperature = sensor.getCurrentTemperature();
            double currentHumidity = sensor.getCurrentHumidity();

            // Перевірка відхилень від заданих параметрів
            checkTemperatureDeviation(product, conditions, currentTemperature);
            checkHumidityDeviation(product, conditions, currentHumidity);
        }
    }

    private void checkTemperatureDeviation(Product product, StorageConditions conditions, double currentTemperature) {
        // Перевірка відхилення температури
        if (currentTemperature < conditions.getMinTemperature() || currentTemperature > conditions.getMaxTemperature()) {
            // Генерація сповіщення про відхилення температури
            generateTemperatureAlert(product, currentTemperature);
        }
    }

    private void checkHumidityDeviation(Product product, StorageConditions conditions, double currentHumidity) {
        // Перевірка відхилення вологості
        if (currentHumidity < conditions.getMinHumidity() || currentHumidity > conditions.getMaxHumidity()) {
            // Генерація сповіщення про відхилення вологості
            generateHumidityAlert(product, currentHumidity);
        }
    }

    private void generateTemperatureAlert(Product product, double currentTemperature) {
        // Логіка генерації сповіщення про відхилення температури
        // ...
    }

    private void generateHumidityAlert(Product product, double currentHumidity) {
        // Логіка генерації сповіщення про відхилення вологості
        // ...
    }
}

```

Рис. 3.21 `TemperatureHumiditySensorService`

У цьому конкретному випадку `TemperatureHumiditySensorService` взаємодіє із датчиком, що вимірює температуру та вологість. Він наглядає за умовами зберігання кожного товару і сповіщає про будь-яке відхилення від заданих параметрів температури чи вологості.

Нижче наведено основні функції для впровадження аналітичних операцій з використанням Apache Spark у системі управління запасами:

```

import org.apache.spark.api.java.JavaRDD;
import org.apache.spark.api.java.JavaSparkContext;
import org.apache.spark.sql.Dataset;
import org.apache.spark.sql.Row;
import org.apache.spark.sql.SparkSession;

public class InventoryAnalytics {
    private SparkSession sparkSession;

    public InventoryAnalytics() {
        // Ініціалізація SparkSession
        this.sparkSession = SparkSession.builder()
            .appName("InventoryAnalytics")
            .master("local[*]")
            .getOrCreate();
    }

    public Dataset<Row> analyzeSalesData(JavaRDD<SalesRecord> salesData) {
        // Конвертація JavaRDD у DataFrame
        Dataset<Row> salesDataFrame = sparkSession.createDataFrame(salesData, SalesRecord.class);

        // Групування за продуктами та розрахунок сумарних продаж
        Dataset<Row> productSales = salesDataFrame.groupBy("productId")
            .sum("quantitySold")
            .withColumnRenamed("sum(quantitySold)", "totalSales");

        // Повернення результатів аналізу
        return productSales;
    }

    public void performDemandForecasting(Dataset<Row> historicalSales, Dataset<Row> currentInventory) {
        // Приєднання історичних продажів та поточного залишку
        Dataset<Row> combinedData = historicalSales.join(currentInventory, "productId");

        // Логіка прогнозування попиту на основі аналізу даних
        // ...

        // Вивід результатів прогнозування
        combinedData.show();
    }
}

```

Рис. 3.22 'InventoryAnalytics'

У цьому прикладі, модуль під назвою 'InventoryAnalytics' використовує Apache Spark для ретельного аналізу даних щодо продажів і передбачення майбутнього попиту. Функція 'analyzeSalesData' проводить детальний розбір інформації про продажі, групуючи їх за конкретними продуктами та розраховуючи загальну кількість проданих одиниць для кожного продукту. Функція 'performDemandForecasting' використовує історичні дані про продажі та поточні запаси для прогнозування очікуваного попиту на товари.

```

import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, LSTM

class IoTAnalyticsModel:
    def __init__(self, input_shape, output_units):
        # Ініціалізація моделі TensorFlow
        self.model = Sequential([
            LSTM(64, input_shape=input_shape),
            Dense(output_units, activation='linear')
        ])

        # Компіляція моделі з використанням оптимізатора та функції втрат
        self.model.compile(optimizer='adam', loss='mse')

    def train_model(self, training_data, epochs=10, batch_size=32):
        # Навчання моделі на переданих даних
        self.model.fit(training_data['input'], training_data['output'], epochs=epochs, batch_size=batch_size)

    def predict_behavior(self, input_data):
        # Передбачення поведінки системи на основі вхідних даних
        predictions = self.model.predict(input_data)
        return predictions

# Приклад використання
input_shape = (sequence_length, input_features) # Наприклад, (10, 5)
output_units = output_features # Наприклад, 1
model = IoTAnalyticsModel(input_shape, output_units)

# Навчання моделі на тренувальних даних
training_data = {'input': input_data, 'output': output_data}
model.train_model(training_data, epochs=20, batch_size=64)

# Передбачення поведінки системи на нових даних
new_input_data = generate_new_data() # Функція, яка генерує нові вхідні дані
predictions = model.predict_behavior(new_input_data)
print(predictions)

```

Рис. 3.23 ‘IoTAnalyticsModel’

У цьому прикладі створюється клас ‘IoTAnalyticsModel’, який використовує TensorFlow для розробки моделі машинного навчання. Модель має LSTM-шар та Dense-шар, що дозволяє використовувати рекурентні нейронні мережі для аналізу послідовних даних. Функція `train_model` використовується для навчання моделі на тренувальних даних, а `predict_behavior` для передбачення поведінки системи на нових даних.

Звісно, давайте розберемо основні функції взаємодії з AWS IoT та Azure IoT Hub у контексті нашого проекту:

Інтеграція AWS IoT:

```

from AWSIoTPythonSDK.MQTTLib import AWSIoTMQTTClient

class AWSIoTIntegration:
    def __init__(self, client_id, endpoint, root_ca, private_key, certificate):
        # Ініціалізація клієнта AWS IoT
        self.client = AWSIoTMQTTClient(client_id)
        self.client.configureEndpoint(endpoint, 8883)
        self.client.configureCredentials(root_ca, private_key, certificate)

    def connect(self):
        # Підключення до AWS IoT
        self.client.connect()

    def publish_data(self, topic, payload):
        # Публікація даних на вказаний топик
        self.client.publish(topic, payload, 1)

    def disconnect(self):
        # Відключення від AWS IoT
        self.client.disconnect()

# Приклад використання
aws_iot = AWSIoTIntegration("client_id", "iot-endpoint", "root_ca.pem", "private_key.pem", "certificate.pem")
aws_iot.connect()
aws_iot.publish_data("data_topic", "Hello, AWS IoT!")
aws_iot.disconnect()

```

Рис. 3.24 Інтеграція AWS IoT

Пояснення:

Клас з назвою `AWSIoTIntegration` налаштовує клієнта AWS IoT, використовуючи необхідні облікові дані та конфігурації. Метод `establishConnection` встановлює зв'язок із AWS IoT. Метод `publish_data` використовується для розміщення інформації у вказаній темі. Нарешті, метод `disconnect` від'єднується від AWS IoT.

Розглянемо ключові аспекти використання JWT (JSON Web Tokens) для забезпечення безпеки та автентифікації взаємодії інтерактивних IoT-пристроїв:

```

import jwt
import datetime

class JWTManager:
    def __init__(self, secret_key, algorithm='HS256'):
        # Ініціалізація JWT-менеджера з секретним ключем та алгоритмом підпису
        self.secret_key = secret_key
        self.algorithm = algorithm

    def generate_token(self, device_id):
        # Генерація JWT-токена для конкретного пристрою
        payload = {
            'device_id': device_id,
            'exp': datetime.datetime.utcnow() + datetime.timedelta(days=1) # Токен дійсний протягом 1 дня
        }
        token = jwt.encode(payload, self.secret_key, algorithm=self.algorithm)
        return token

    def decode_token(self, token):
        # Розкодування та верифікація JWT-токена
        try:
            payload = jwt.decode(token, self.secret_key, algorithms=[self.algorithm])
            return payload
        except jwt.ExpiredSignatureError:
            # Обробка випадку, коли токен вже прострочений
            return {'error': 'Token has expired.'}
        except jwt.InvalidTokenError:
            # Обробка випадку невірної токена
            return {'error': 'Invalid token.'}

# Приклад використання
jwt_manager = JWTManager(secret_key='your_secret_key')

# Генерація та використання токена
device_id = 'example_device'
token = jwt_manager.generate_token(device_id)
print(f"Generated Token: {token}")

# Розкодування та верифікація токена
decoded_payload = jwt_manager.decode_token(token)
print(f"Decoded Payload: {decoded_payload}")

```

Рис. 3.25 використання JWT (JSON Web Tokens)

Пояснення:

У даному випадку, клас `JWTManager` налаштовує менеджер JWT індивідуальним ключем та визначеним алгоритмом підпису (зазвичай, HS256 за замовчуванням). Метод `generate_token` створює JWT-маркер для конкретного пристрою, включаючи ідентифікатор пристрою та час закінчення терміну дії. Метод `decode_token` розкодовує та перевіряє JWT-маркер, обробляючи можливі помилки, такі як застарілі підписи або недійсні маркери. Цей приклад ілюструє створення, використання, а також розшифрування та перевірку корисної інформації в межах маркера.

Давайте розглянемо основні функції, що стосуються використання Amazon Web Services (AWS) для зберігання, обробки та аналізу даних у контексті нашого проекту з оптимізації логістики:

```

import boto3

class AWSManager:
    def __init__(self, aws_access_key, aws_secret_key, region='your_region'):
        # Ініціалізація AWS-менеджера з ключами доступу та секретним ключем
        self.aws_access_key = aws_access_key
        self.aws_secret_key = aws_secret_key
        self.region = region
        self.s3_client = boto3.client('s3', aws_access_key_id=aws_access_key,
                                     aws_secret_access_key=aws_secret_key, region_name=region)

    def upload_to_s3(self, file_path, bucket_name, object_key):
        # Завантаження файлу до Amazon S3
        try:
            self.s3_client.upload_file(file_path, bucket_name, object_key)
            return {'success': f'{file_path} successfully uploaded to {bucket_name}/{object_key}'}
        except Exception as e:
            return {'error': f'Error uploading file to S3: {str(e)}'}

    def process_data_with_lambda(self, input_bucket, input_key, output_bucket, output_key):
        # Обробка даних за допомогою AWS Lambda
        lambda_client = boto3.client('lambda', aws_access_key_id=self.aws_access_key,
                                     aws_secret_access_key=self.aws_secret_key, region_name=self.region)
        try:
            response = lambda_client.invoke(
                FunctionName='your_lambda_function_name',
                InvocationType='Event', # Асинхронний виклик для обробки даних
                Payload=f'{{"input_bucket": "{input_bucket}", "input_key": "{input_key}",
                            "output_bucket": "{output_bucket}", "output_key": "{output_key}"}}'
            )
            return {'success': f'Data processing triggered successfully: {response}'}
        except Exception as e:
            return {'error': f'Error triggering Lambda function: {str(e)}'}

    def analyze_data_with_athena(self, database, query_string):
        # Аналіз даних за допомогою Amazon Athena
        athena_client = boto3.client('athena', aws_access_key_id=self.aws_access_key,
                                     aws_secret_access_key=self.aws_secret_key, region_name=self.region)
        try:
            response = athena_client.start_query_execution(
                QueryString=query_string,
                QueryExecutionContext={'Database': database},
                ResultConfiguration={'OutputLocation': 's3://your-athena-query-results-bucket/'})
            return {'success': f'Data analysis query submitted successfully.
                                Query execution ID: {response["QueryExecutionId"]}'}
        except Exception as e:
            return {'error': f'Error submitting Athena query: {str(e)}'}

```

Рис. 3.26 використання Amazon Web Services (AWS)

Пояснення

Клас `AWSManager` ініціює менеджера AWS, використовуючи передані ключі доступу, секретний ключ та регіон. Крім того, він конфігурує клієнта S3 для зберігання файлів.

Метод `upload_to_s3` завантажує файл у сховище Amazon S3.

Метод `process_data_with_lambda` асинхронно запускає функцію AWS Lambda для обробки даних.

Метод `analyze_data_with_athena` відправляє запит до Amazon Athena для проведення аналізу даних.

Важливо зазначити, що параметри, такі як "your_region", "your_lambda_function_name" та "s3://your-athena-query-results-bucket/", потрібно замінити реальними значеннями або налаштуваннями, що відносяться до вашої конфігурації AWS.

Давайте зануримося в основні функції, пов'язані з використанням Kubernetes для ефективного розгортання та керування контейнерами в нашому проєкті оптимізації логістики:

```

apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: your-deployment
spec:
  replicas: 3 # Кількість реплік для забезпечення
             надійності та обробки навантаження
  selector:
    matchLabels:
      app: your-app
  template:
    metadata:
      labels:
        app: your-app
    spec:
      containers:
        - name: your-container
          image: your-container-image:latest # Образ
          containerPort: 8080 # Порт, на якому працює ваш
                               застосунок
---
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: your-service
spec:
  selector:

```

Рис. 3.27 використання Amazon Web Services (AWS)

Пояснення:

Отримання YAML конфігурації:

У цьому прикладі ми розглядаємо різні аспекти YAML конфігурацій для розгортання та служби в середовищі Kubernetes. Описані ключові елементи, такі як версія API, типи ресурсів, метадані та специфікації, які вказують на потрібний стан ресурсу. Важливою є конфігурація реплік, селекторів та шаблонів для модулів та контейнерів, описання портів і служб.

Ця конфігурація дозволяє ефективно керувати контейнерами та забезпечує масштабованість для обробки збільшених обсягів робочих завдань.

Розробка системи відстеження:

Для розробки системи відстеження посилок, яка забезпечить точне та вчасне відстеження маршруту, ми використовуємо передові технології, зокрема мікросервісну архітектуру та відкриті стандарти для обміну даними. Головною метою є забезпечення ефективної взаємодії між різними компонентами системи та створення зручного інтерфейсу для користувачів.

Java та Spring Boot:

Для прикладу мікросервісу використовується мова програмування Java та фреймворк Spring Boot для його реалізації. Нижче наведено фрагмент коду, який відображає принципи розробки одного з компонентів системи відстеження в рамках вищезгаданих технологій.

```

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.PathVariable;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

@SpringBootApplication
public class TrackingServiceApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(TrackingServiceApplication.class, args);
    }
}

@RestController
class TrackingController {

    @GetMapping("/track/{trackingNumber}")
    public String trackShipment(@PathVariable String trackingNumber) {
        // логіка для відстеження маршруту посилки за номером відстеження
        String currentStatus = performTracking(trackingNumber);
        return "Current status: " + currentStatus;
    }

    private String performTracking(String trackingNumber) {
        // Виконання логіки для відстеження маршруту
        // Можливо, обробка даних з інших мікросервісів чи інтеграція з системами відправників та перевізників
        return "In transit"; // Приклад: в даний момент посилка в дорозі
    }
}

```

Рис. 3.28 Ключові анотації та методи, що становлять мікросервіс для відстеження посилок у системі, побудованій на Spring Boot

Пояснення:

Цей уривок коду пояснює ключові анотації та методи, що становлять мікросервіс для відстеження посилок у системі, побудованій на Spring Boot.

Анотація `@SpringBootApplication` визначає цей клас як точку входу для додатка. `@RestController` позначає клас як контролер для обробки HTTP-запитів. Методи, такі як `trackShipment` і `performTracking`, відповідають за обробку запитів на відстеження та реалізацію логіки відстеження відправлень, включаючи взаємодію з базою даних або зовнішніми API.

Цей код лише частина системи відстеження, і для повноцінного функціонування системи необхідно розглянути інші сервіси, такі як обробка подій, автентифікація та інтеграція з базами даних. Нижче наведено приклад коду на Java з використанням Spring Boot, який демонструє основні функції мікросервісу для аналітики відправлень.

```
import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

@SpringBootApplication
public class AnalyticsServiceApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(AnalyticsServiceApplication.class, args);
    }
}

@RestController
class AnalyticsController {

    @GetMapping("/analyze")
    public String analyzeShipments() {
        // Виклик аналітичних функцій для оптимізації логістичних процесів
        String analysisResult = performAnalysis();
        return "Analysis result: " + analysisResult;
    }

    private String performAnalysis() {
        // Логіка для аналізу логістичних процесів
        // Можливо, використання статистичних методів, машинного навчання чи алгоритмів прогнозування
        return "Optimal logistics detected"; // Приклад: знайдено оптимальний маршрут для посилок
    }
}
```

Рис. 3.29 Ключові анотації та методи, мікросервіс для відстеження посилок у системі, побудованій на Spring Boot

Пояснення:

Опис функціоналу:

1. `@GetMapping("/analyze")`: Ця анотація вказує, що цей метод відповідає на HTTP GET-запит, який має шлях `"/analyze"`.

2. `analyzeShipments` метод: Виконує обробку запиту щодо аналізу всіх відвантажень та оптимізації логістичних процесів.

3. `performAnalysis` метод: Це місце для реалізації логіки аналізу. Тут можуть бути використані різні алгоритми та методи для оптимізації логістики, такі як аналіз даних, машинне навчання або статистичні підходи.

У нашій системі існує багато мікросервісів, кожен з яких відповідає за свою конкретну функцію, таку як відстеження посилки чи обробка подій. Ці сервіси створені для ефективної роботи та простої розширюваності в майбутньому.

JSON Web Tokens (JWT) - це стандарт для обміну даними у форматі JSON між сторонами. Вони використовуються для підтвердження інформації між двома сторонами. У вашому проекті JWT використовується для безпеки та автентифікації при взаємодії компонентів системи.

Основні функції JWT включають:

1. Генерація токенів: При успішній автентифікації користувача або системного компонента JWT генерується з вказаною інформацією.

```
import io.jsonwebtoken.Jwts;
import io.jsonwebtoken.SignatureAlgorithm;
import java.util.Date;

public class JwtUtil {

    private static final String SECRET_KEY = "secretKey"; // Замініть на реальний секретний ключ

    public static String generateToken(String subject) {
        return Jwts.builder()
            .setSubject(subject)
            .setIssuedAt(new Date())
            .signWith(SignatureAlgorithm.HS256, SECRET_KEY)
            .compact();
    }
}
```

Рис. 3.30 Генерація токенів

2. Перевірка та декодування маркерів доступу: Інші елементи системи можуть проводити перевірку та декодування маркерів доступу для підтвердження їх автентичності та отримання відповідної інформації.

```

import io.jsonwebtoken.Claims;
import io.jsonwebtoken.Jwts;

public class JwtUtil {

    private static final String SECRET_KEY = "secretKey"; // Замініть на реальний секретний ключ

    public static Claims decodeToken(String token) {
        return Jwts.parser().setSigningKey(SECRET_KEY).parseClaimsJws(token).getBody();
    }
}

```

Рис. 3.31 Перевірка та декодування маркерів доступу

3. Перевірка та оновлення токенів є додатковими функціями, які виконують періодичну перевірку часу дії токенів і, у випадку необхідності, можуть проводити їх оновлення.

```

import io.jsonwebtoken.ExpiredJwtException;

public class JwtUtil {

    private static final String SECRET_KEY = "secretKey"; // Замініть на реальний секретний ключ

    public static boolean isTokenValid(String token) {
        try {
            decodeToken(token);
            return true;
        } catch (ExpiredJwtException e) {
            return false;
        }
    }

    public static String refreshToken(String token) {
        Claims claims = decodeToken(token);
        return Jwts.builder()
            .setClaims(claims)
            .setIssuedAt(new Date())
            .signWith(SignatureAlgorithm.HS256, SECRET_KEY)
            .compact();
    }
}

```

Рис. 3.32 Перевірка та оновлення токенів

Ключове значення має те, щоб додержуватися конфіденційності секретного ключа і зберігати його в безпечному місці. Використовуючи JWT, ми забезпечуємо захист та перевірку автентичності в нашій системі, дозволяючи компонентам спілкуватися за допомогою надійно підписаних токенів.

Інтеграція IoT-пристроїв у наявну інфраструктуру "Укрпошти" вирішує складнощі логістики й сприяє оптимізації роботи. Це комплексне

програмне забезпечення вирізняється своєю здатністю забезпечити надійність, швидкодію та високий рівень автоматизації у всіх аспектах логістики компанії.

ВИСНОВКИ

Результати цієї роботи підкреслюють кілька ключових моментів, які вказують на важливість та перспективи використання Інтернету речей (IoT) для удосконалення бізнес-процесів.

Дослідження переконливо підтверджує актуальність використання IoT-рішень у сучасному бізнес-світі. Здатність збирати, аналізувати та використовувати дані з різноманітних пристроїв розширює можливості підприємств у покращенні бізнес-процесів.

Використані дослідницькі методи, такі як аналіз джерел інформації, консультації з експертами та розробка експериментального прототипу, дозволили чітко зрозуміти вимоги до IoT-системи та створити пристрій, що відповідає потребам бізнесу.

Тестування та впровадження прототипу в реальних умовах надали можливість збирати важливі дані та оцінювати ефективність системи. Це стало ключовим етапом у визначенні працездатності та вигідності підходу IoT для оптимізації бізнес-процесів.

Важливо відзначити, що IoT-рішення вимагають постійного удосконалення та адаптації до змін у бізнес-середовищі. Це потребує постійного моніторингу та підтримки для забезпечення оптимальної ефективності та адаптації до нових викликів.

В кінці кінців, це дослідження вказує на значущість IoT-технологій для підприємств та демонструє перспективи їхнього подальшого розвитку та використання для підтримки та оптимізації бізнес-процесів у майбутньому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Сутнісна характеристика бізнес-процесів. *Бібліотека економіста*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://library.if.ua/book/28/1897.html>.
- 2) ТЕМА 4. ІННОВАЦІЙНА ПОЛІТИКА ПІДПРИЄМСТВА: РЕІНЖИНІРИНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ: Моделювання бізнес-процесів в організації | Навчальний портал НУБіП. *Головна* | *Навчальний портал НУБіП*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/view.php?id=357309&chapterid=124445&lang=en>
- 3) Cici R. Clinical Workflow Diagram FULL Version HD Quality Workflow Diagram - MYDIAGRAM.ONLINE. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://mydiagram.online/clinical-workflow-diagram/>.
- 4) Business Process Optimization Fundamentals [New 2023 Guide]. *Business Process Optimization Fundamentals [New 2023 Guide]*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.integrify.com/blog/posts/process-optimization-fundamentals/>.
- 5) Головна. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://economyandsociety.in.ua/journals/6_ukr/22.pdf
- 6) Как автоматизация бизнес-процессов влияет на бизнес - iT.Artel. *iT.Artel*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: [https://it-artel.ua/ru/blog/kak-avtomatyzacyya-byznes-proцессов-vlyuayet-na-byznes/](https://it-artel.ua/ru/blog/kak-avtomatyzacyya-byznes-proცессов-vlyuayet-na-byznes/)
- 7) $\mathbb{D}, \tilde{\mathbb{D}}^{\circ} \mathbb{D}^1$ $\mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^{\circ} \mathbb{D}_i \tilde{\mathbb{N}} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}, \mathbb{D}^2$ $\tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^2 \mathbb{D}, \mathbb{D} \gg \tilde{\mathbb{N}}$
 $\tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}, \tilde{\mathbb{N}} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^3 \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^{\circ} \tilde{\mathbb{N}} \tilde{\mathbb{N}}$. *CRI-D* $\tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D} \mathbb{D}^1 \mathbb{D}^{\circ} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^3 \mathbb{D} \mathbb{D}^1 \mathbb{D} \mu$ $\tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^{\circ} \mathbb{D} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^3 \mathbb{D}$
 $\mathbb{D} \mathbb{D}, \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^{\circ} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D} \mathbb{D}^{\circ} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^1 \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \tilde{\mathbb{N}} \mathbb{D}^{\circ} \mathbb{D}^{\circ} \mathbb{D}^1 \mathbb{D}^3 \mathbb{D}^2 \mathbb{D}^{\circ}$. [Електронний ресурс]
- Режим доступу до

<https://mind.ua/publications/20229223-cifrova-transformaciya-chomu-vona-neobhidna-kozhnij-kompaniyi>

14) Що таке ERP система | Торгсофт. *Програма обліку товару та автоматизація магазину | Торгсофт*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://torgsoft.ua/articles/gid-po-torgsoft/erp/>

15) Етапи життєвого циклу розробки ПЗ. *Веб-студія розробки програмного забезпечення - IC Studio, Україна*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://icstudio.online/post/etapi-zhittyevogo-ciklu-rozrobki-pz>

16) Smart Warehouses: The Applications of IoT in Warehouse Management. *Intuz: AI, IoT, Mobile & Web Development Services Company*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.intuz.com/blog/iot-applications-in-smart-warehouse-management>.

17) Top 10 Emerging IoT Technologies You Should Know. *101 Blockchains*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://101blockchains.com/top-iot-technologies/>.

18) ShieldSquare Captcha. *ShieldSquare Captcha*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/940/1/012033/pdf>

19) Що таке Інтернет речей? Все, що потрібно знати про IoT прямо зараз. *FutureNow*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://futurenow.com.ua/shho-take-internet-rechej-vse-shho-potribno-znaty-pryamo-zaraz/>

20) Connecting the unconnected – how IoT is shaping the future of logistics in Ghana. *DHL Logistics of Things*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://lot.dhl.com/internet-of-things-shaping-future-logistics-ghana/>.

- 21) ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНТУ РЕЧЕЙ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК. *kpi PDF*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42078/1/Zhurakovskiy_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf.
- 22) Що таке Інтернет речей? Все, що потрібно знати про IoT прямо зараз. *FutureNow*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://futurenow.com.ua/shho-take-internet-rechey-vse-shho-potribno-znaty-pryamo-zaraz/>
- 23) Теоретико-методологічні підходи до оцінювання ефективності бізнес-процесів туристичного підприємства. *Все о туризме: туристическая библиотека*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://tourlib.net/statti_ukr/myronov49.htm.]
- 24) Motion Sensors are the heart of Smart Automation. *tunghingautomation*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.tunghingautomation.com/single-post/2017/08/30/motion-sensors-are-the-heart-of-smart-automation>
- 25) Інтернет речей » *uabooks.top*. *uabooks.top*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://uabooks.top/1422-17-nternet-rechey.html>
- 26) Smart logistics based on the internet of things technology: an overview. *Taylor and Francis Online*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13675567.2020.1757053>.
- 27) Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Science Direct*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660520301499>.

28) Укрпошта відгуки. *Перший незалежний сайт відгуків України.*
[Електронний ресурс] - Режим доступу до
ресурсу: <https://www.otzyvua.net/uk/ukrposhta-ukrpochta.html>.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА НА ТЕМУ: “РОЗРОБКА ІОТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС- ПРОЦЕСІВ”

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 126 ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

ВИКОНАВ: ЗДОБУВАЧ ВИЩОЇ ОСВИТИ ГР. ІСДМ-61
ВАДИМ ГОНЧАРУК
КЕРІВНИК: ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ, ДОЦЕНТ КАФЕДРИ ІПЗАС
АЛІНА ТУШИЧ



АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Актуальність теми полягає у розвитку Інтернету речей (IoT) та його потенціалі для оптимізації бізнес-процесів. IoT відкриває нові можливості для підключення та збору даних з різноманітних пристроїв, що дозволяє підприємствам вдосконалювати управління та процеси.

ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

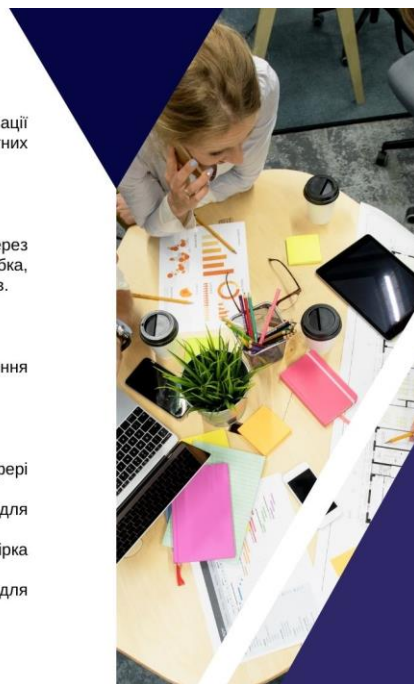
Об'єктом дослідження є самі бізнес-процеси у конкретній сфері, де можлива оптимізація через впровадження IoT-системи, а предметом дослідження – IoT-система, її розробка, функціональність, ефективність та можливості застосування для оптимізації бізнес-процесів.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження технологічних аспектів та особливостей оптимізації бізнес-процесів. Вирішення задач створення систем оптимізації бізнес-процесів у логістиці.

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Аналіз поточних бізнес-процесів: Оцінка та розуміння існуючих процесів у конкретній сфері діяльності.
- Розробка IoT-системи: Створення пристроїв, сенсорів, засобів збору та передачі даних для оптимізації бізнес-процесів.
- Інтеграція та тестування: Впровадження IoT-системи у реальному середовищі та перевірка її ефективності.
- Аналіз результатів та оптимізація: Оцінка отриманих даних, виявлення можливостей для поліпшення та оптимізації бізнес-процесів.



Оптимізація бізнес-процесів



Сучасний бізнес вимагає оперативної реакції та швидкого адаптування до змін, зокрема в управлінні та внутрішній структурі. Оптимізація бізнес-процесів стає стратегічним завданням, що визначає ефективність компанії.

Бізнес-процеси - це упорядковані послідовності дій та операцій, спрямовані на створення цінності через ефективне управління ресурсами. Вони є ключовою складовою системи формування доданої вартості та забезпечують продуктивність та ефективність підприємства.

Логістичні процеси

Управління запасами та складування є невід'ємною складовою логістичної екосистеми сучасного бізнесу. Використання технології датчиків Інтернету речей (IoT) у цій сфері стає ключовим фактором для компаній, оскільки вона надає можливість легко відстежувати запаси, контролювати їх стан та розташування, а також розробляти інтелектуальні системи управління складом.

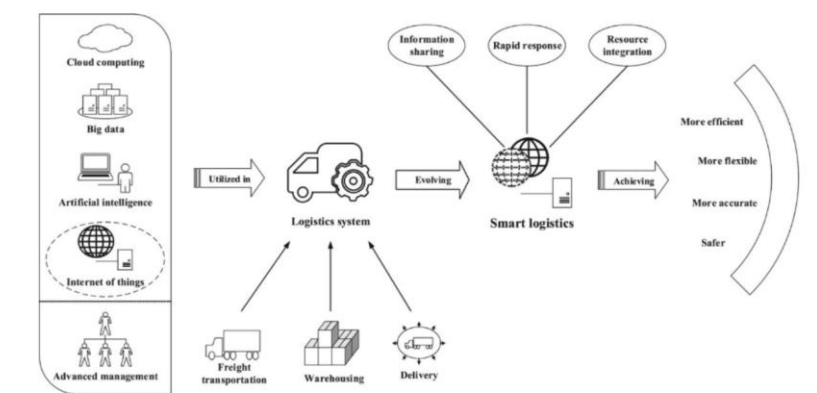


ІоТ у логістиці

- 01 Швидке та прогностичне отримання інформації
- 02 правління виробничими циклами
- 03 Ефективне структурування даних
- 04 Підвищення конкурентоспроможності
- 05 Віддалений моніторинг об'єктів
- 06 Аналіз даних клієнтів
- 07 Забезпечення безпеки
- 08 Автоматизація замовлень



Концептуальна мапа оптимізованої логістики



Оптимізація логістики з використанням ІоТ



Результати оптимізації логістики за допомогою ІоТ-рішень



Оптимізація логістики Укрпошти



Логістичні процеси в Укрпошти відіграють важливу роль у забезпеченні оперативної та результативної доставки листів та пакетів. Ця національна поштова служба України є однією з найбільших у країні та пропонує різноманітні послуги, включаючи доставку листів і пакетів, фінансові та інші.



Аналіз поточної логістики Укрпошти

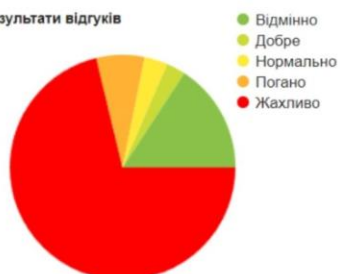
Укрпошта відгуки

Відгуки клієнтів, співробітників, відгуки про роботодавців

1.6 ★★☆☆☆☆

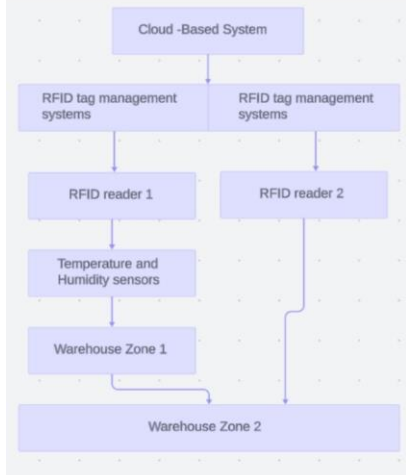
13444 відгука / 4907236 переглядів

Результати відгуків



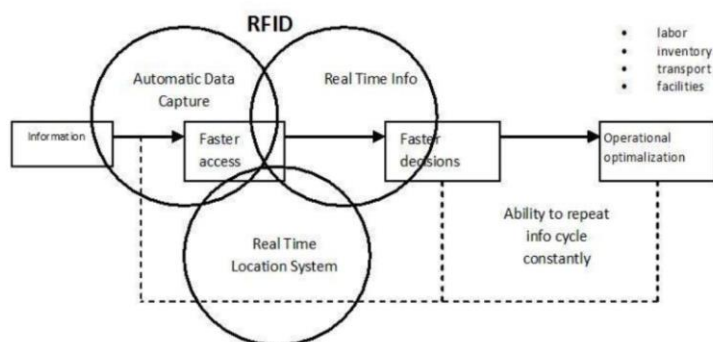
- Затримки у доставці
- Проблеми із направленням відправлень
- Втрати відправлень
- Проблеми із відстеженням

Розроблена система



- RFID-мітки
- RFID-зчитувачі
- Датчики умов зберігання
- Хмарне сховище даних
- Аналітика та обробка даних
- Система керування відправленнями
- Оптимізація розміщення товарів

Використання системи RFID-міток



ІоТ-датчики

Щоб перевіряти умови зберігання товарів на складі, застосовуються датчики температури та вологості. Отримані дані інтегруються в систему для забезпечення якості товарів.

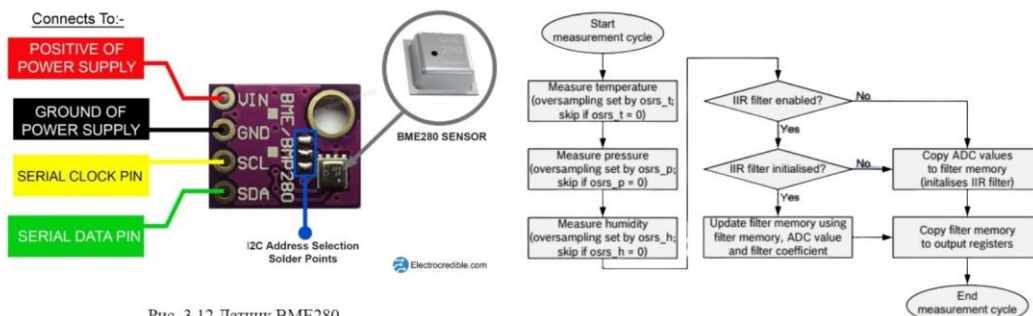


Рис. 3.12 Датчик BME280

Програмне забезпечення

```
public class RFIDReader {
    private RFIDReaderDevice device;

    public RFIDReader() {
        // Ініціалізація RFID-читача, підключення до пристрою
        this.device = new RFIDReaderDevice();
        this.device.connect();
    }
}
```

Рис. 3.1 Ініціалізація RFID-читача

```
public class RFIDReader {
    // ...

    public List<RFIDTag> readTags() {
        // Зчитування RFID-міток з навколишнього середовища
        List<RFIDTag> tags = this.device.readTags();
        return tags;
    }
}
```

Рис. 3.16 Зчитування RFID-міток

```
public class RFIDProcessor {
    public void processTags(List<RFIDTag> tags) {
        // Логіка обробки та ідентифікації RFID-міток
        for (RFIDTag tag : tags) {
            String tagId = tag.getId();
            // Виконання операції ідентифікації та обробки
            // Наприклад, додавання інформації про мітку до бази даних
            processTagData(tagId);
        }
    }

    private void processTagData(String tagId) {
        // Логіка обробки даних RFID-мітки, наприклад, збереження в базу даних
        // ...
    }
}
```

Рис. 3.17 Обробка та ідентифікація RFID-міток

Програмне забезпечення

```

from AWSIoTPythonSDK.MQTTLib import AWSIoTMQTTClient

class AWSIoTIntegration:
    def __init__(self, client_id, endpoint, root_ca, private_key, certificate):
        # Ініціалізація клієнта AWS IoT
        self.client = AWSIoTMQTTClient(client_id)
        self.client.configureEndpoint(endpoint, 8883)
        self.client.configureCredentials(root_ca, private_key, certificate)

    def connect(self):
        # Підключення до AWS IoT
        self.client.connect()

    def publish_data(self, topic, payload):
        # Публікація даних на вказаний топик
        self.client.publish(topic, payload, 1)

    def disconnect(self):
        # Відключення від AWS IoT
        self.client.disconnect()

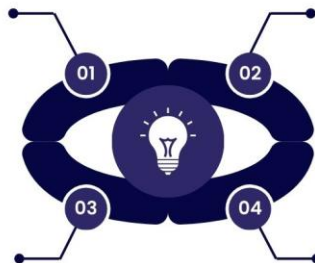
# Приклад використання
aws_iot = AWSIoTIntegration("client_id", "iot-endpoint", "root_ca.pem", "private_key.pem", "certificate.pem")
aws_iot.connect()
aws_iot.publish_data("data_topic", "Hello, AWS IoT!")
aws_iot.disconnect()

```

Висновки

Дослідження переконливо підтверджує актуальність використання IoT-рішень у сучасному бізнес-світі. IoT-рішення вимагають постійного удосконалення та адаптації до змін у бізнес-середовищі. Це вимагає постійного моніторингу та підтримки для забезпечення адаптації до нових викликів та оптимальної ефективності.

Здатність збирати, аналізувати та використовувати дані з різноманітних пристроїв розширює можливості підприємств у покращенні бізнес-процесів.



Використані дослідницькі методи, такі як аналіз джерел інформації, консультації з експертами та розробка експериментального прототипу, дозволили чітко зрозуміти вимоги до IoT-системи та створити пристрій, що відповідає потребам бізнесу.

Тестування та впровадження прототипу в реальних умовах надали можливість збирати важливі дані та оцінювати ефективність системи. Це стало ключовим етапом у визначенні працездатності та вигідності підходу IoT для оптимізації бізнес-процесів.

Апробація результатів дослідження



Гончарук В. В. «Оптимізація бізнес-процесів за допомогою IoT-рішень». 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.



Гончарук В. В. «Розробка IoT-системи для оптимізації бізнес-процесів». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ - №1, 2024. – С.179-188.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

