

# Організація складського управління та обліку за допомогою систем кодування

## Зміст

1. Вступ до RFID в управлінні складом та бухгалтерському обліку
  - Важливість ефективного управління складом та обліку в сучасному бізнесі
  - Роль технологій у сучасних складських операціях
  - Значення RFID в сучасному складському господарстві та обліку
  - Цілі інтеграції RFID в управління складом та облік
2. Основи технології RFID
  - Розуміння компонентів RFID: мітки, зчитувачі та антени
  - Механізм роботи систем RFID
  - Типи систем RFID: пасивна проти активної RFID
3. Управління складом за допомогою RFID
  - Роль RFID в контролі та управлінні запасами
  - Спрощення процесів прийому та видачі за допомогою RFID
  - Удосконалення операцій комплектування, пакування та доставки
  - Покращення планування складу та продуктивності праці
  - Практичні приклади: Успішне впровадження RFID в управління складом

Етап 1: Планування та аналіз

### **Збір вимог:**

Визначте конкретні потреби складських операцій.

Визначте сферу впровадження RFID.

### **Техніко-економічне обґрунтування:**

Проаналізуйте рентабельність технології RFID.

Оцініть технічну та експлуатаційну можливість.

### **Відображення процесу:**

Документуйте поточні складські процеси.

Виділіть області для вдосконалення та інтеграції RFID.

Фаза 2: Дизайн

### **Дизайн системи RFID:**

Виберіть тип RFID-міток і зчитувачів (пасивні чи активні).

Спроектуйте мережу зчитувачів RFID та антен.

### **Інтеграція програмного забезпечення:**

Виберіть або розробіть WMS, який інтегрується з технологією RFID.

Плануйте налаштування програмного забезпечення та інтеграцію з існуючими системами.

### **Планування інфраструктури:**

Розробіть макет для зчитувача RFID та встановлення антени.  
Плануйте будь-які необхідні зміни в інфраструктурі складу.

Фаза 3: Розвиток

#### **Стратегія тегування RFID:**

Розробити процедуру маркування предметів інвентарю.  
Визначте структури даних для тегів RFID.

#### **Налаштування WMS:**

Налаштуйте WMS для обробки даних RFID.  
Розробити користувацькі інтерфейси та інструменти звітності.

#### **Тестове середовище:**

Налаштуйте середовище пілотного тестування.  
Симулюйте складські операції та роботу системи RFID.

Етап 4: Реалізація

#### **Установка:**

Встановити RFID-мітки, зчитувачі та антени на складі.  
Налаштуйте WMS та інтегруйте його з обладнанням RFID.

#### **Навчання персоналу:**

Навчіть персонал складу новій системі та процесам.  
Розробити навчальні матеріали та документацію користувача.

#### **Тестування системи:**

Провести ретельне тестування системи RFID та WMS.  
Перевірте точність даних і надійність системи.

Етап 5: Розгортання

#### **Стратегія виходу в пряому ефірі:**

Плануйте поетапне розгортання або повне розгортання.  
Підготуйте план на випадок будь-яких збоїв у роботі.

#### **Моніторинг і підтримка:**

Відстежуйте продуктивність системи та сприйняття користувачами.  
Забезпечення постійної технічної підтримки та обслуговування.

#### **Цикл зворотного зв'язку:**

Збирайте відгуки користувачів для вдосконалення системи.  
Впроваджуйте процес постійного вдосконалення.

Етап 6: Огляд і оптимізація

#### **Огляд продуктивності:**

Аналізуйте системні дані, щоб оцінити продуктивність щодо цілей.  
Перегляньте рентабельність інвестицій і досягнуту операційну ефективність.

#### **Оптимізація:**

Оптимізуйте конфігурації та розміщення зчитувача RFID.  
Уточніть робочі процеси та інтерфейси WMS на основі відгуків користувачів.

#### **Майбутнє розширення:**

Плануйте майбутню масштабованість і додаткові функції.  
Ознайомтеся з передовими програмами RFID та інтеграцією.

## Вступ

У складному полотні глобального бізнесу управління складом стає наріжним каменем, що має вирішальне значення для безперебійної роботи ланцюгів поставок по всьому світу. Ця дипломна робота присвячена дослідженню критично важливої ролі складського менеджменту, аналізуючи, як він не тільки підтримує, але й рухає складні механізми міжнародної торгівлі та комерції.

Серце сучасного бізнесу пульсує в ритмі попиту та пропозиції, ритмі, який ретельно організовується в стінах складів. Ці центри, часто непомітні, є тихими двигунами торгівлі, що забезпечують ефективний та точний рух товарів від виробників до кінцевих споживачів. Поява глобалізації лише посилила важливість ефективного управління складом, перетворивши його з простого складського рішення на динамічний стратегічний актив.

Управління складом за своєю суттю - це не просто зберігання товарів. Це ретельне калібрування запасів, мистецтво оптимізації простору та наука про впорядкування операцій для скорочення витрат і підвищення ефективності. У світі, який ніколи не спить, де споживачі вимагають швидкості, точності та гнучкості, склади перетворилися на складні об'єкти, що використовують передові технології, такі як RFID, IoT та штучний інтелект, щоб залишатися на крок попереду.

Впровадження технологій у сучасні складські операції знаменує собою трансформаційний стрибок, що значно підвищує ефективність, точність і швидкість процесів. Серед цих технологічних досягнень технологія радіочастотної ідентифікації (RFID) вирізняється своїм революційним впливом.

У сучасному бізнес-ландшафті значення складування виходить далеко за рамки його традиційної ролі зберігання, ставши ключовим елементом у логістиці та стратегіях управління ланцюгом поставок компаній. Ця трансформація значною мірою зумовлена глобалізацією ринків, де ефективність управління запасами та швидке реагування на запити споживачів стають критичними для підтримки конкурентоспроможності. Тепер склади – це не просто місця зберігання, а стратегічні активи, які допомагають підприємствам оптимізувати оборотність запасів, зменшити операційні витрати за рахунок ефективного використання простору та підвищити задоволеність клієнтів завдяки різноманітним послугам з доданою вартістю, таким як персоналізація продукції та пакування.

Впровадження бездротових технологій у складські операції знаменує значну еволюцію, забезпечуючи рівень операційної гнучкості та оперативності, який раніше був недосяжний. Серед цих технологій системи RFID виділяються

своєю здатністю відстежувати запаси без необхідності прямої видимості, що сприяє швидшій обробці, підвищеній точності та зменшенню ручного втручання. Крім того, поява бездротових пристроїв збору даних, у тому числі портативних сканерів і мобільних комп'ютерів, революціонізувала спосіб збору та обміну даними в середовищі сховищ. Цей миттєвий доступ до даних, інтегрований із Warehouse Management Systems (WMS), дозволяє здійснювати моніторинг у режимі реального часу та краще приймати рішення по всьому ланцюжку поставок.

Цей перехід до технологічно просунутих систем управління складом, підкреслений впровадженням бездротових технологій, підкреслює ширшу тенденцію до цифровізації в галузі. Оскільки підприємства продовжують прагнути підвищення ефективності та конкурентних переваг, роль інноваційних систем управління складами та бухгалтерського обліку стає все більш центральною в їхній операційній стратегії. Ця еволюція не тільки відображає зростаючу складність глобальних ланцюгів постачання, але й підкреслює потенціал технології для значного підвищення продуктивності, точності та обслуговування клієнтів у секторі складського господарства.

# Розділ 1. Роль технологій у сучасних складських операціях

## Огляд сучасних технологій в управлінні складськими операціями

Інтеграція передових технологій у сучасні складські операції зробила революцію в тому, як компанії керують запасами, виконують замовлення та забезпечують ефективність і точність своїх ланцюжків поставок. Роль технологій у складських операціях охоплює кілька вимірів, кожен з яких значною мірою сприяє досконалості роботи. Ось приклади того, як технології змінюють сучасні складські операції:

### 1. Автоматизація та робототехніка:

Автоматизація та роботизація стали ключовими в сучасному складському господарстві. Автоматизовані системи та роботи виконують різноманітні завдання, від переміщення товарів на складі до сортування та пакування продуктів. Це зменшує потребу в ручній праці, мінімізує людські помилки та забезпечує виконання завдань із надзвичайною швидкістю та точністю. Автоматизовані системи зберігання та пошуку (AS/RS) і автоматизовані керовані транспортні засоби (AGV) є яскравими прикладами того, як автоматизація використовується для покращення складських операцій.

### 2. Системи управління складом (WMS):

WMS — це складні програмні рішення, призначені для управління та оптимізації складських операцій. Вони надають дані про рівень запасів у реальному часі, керують замовленнями та контролюють рух товарів по всьому складу. WMS оптимізує роботу шляхом автоматизації таких завдань, як обробка замовлень, відстеження запасів і забезпечення повної видимості всіх аспектів складських операцій.

### 3. Інтернет речей (IoT) і Smart Warehousing:

Технологія IoT дозволяє взаємопов'язаним пристроям спілкуватися та обмінюватися даними в режимі реального часу. На складах пристрої IoT можуть відстежувати товари, контролювати умови та надавати інформацію про операційну продуктивність. Розумні склади використовують IoT для покращення управління запасами, оптимізації розташування складів і забезпечення оптимальних умов зберігання та транспортування продуктів, значно підвищуючи ефективність роботи та знижуючи витрати.

### 4. Технологія RFID:

Технологія радіочастотної ідентифікації (RFID) широко застосовується для управління запасами на сучасних складах. Мітки RFID, прикріплені до продуктів або піддонів, скануються автоматично під час їх переміщення складом, забезпечуючи точне відстеження запасів у реальному часі без необхідності ручного сканування. Ця технологія підвищує точність інвентаризації, прискорює процеси отримання та доставки, а також надає цінні дані для управління запасами та прийняття рішень.

#### 5. Аналітика даних і ШІ:

Використання аналітики великих даних і штучного інтелекту в складських операціях сприяє прийняттю обґрунтованих рішень і підвищує операційну ефективність. Прогнозна аналітика допомагає прогнозувати попит і оптимізувати запаси, тоді як алгоритми штучного інтелекту можуть оптимізувати маршрути для комплектування та пакування, керувати рухом складів і навіть прогнозувати потреби в технічному обслуговуванні складського обладнання, мінімізуючи простой та продовжуючи термін служби активів.

#### 6. Інтеграція з ланцюгом поставок:

Технологічний прогрес у складському господарстві не є поодиноким; вони тісно пов'язані з більш широким ланцюгом поставок. Такі технології, як блокчейн, забезпечують прозорість і відстежуваність, забезпечуючи автентичність товарів і відповідність нормам. Інтеграція з системами ланцюга постачання забезпечує безперебійну роботу від постачальника до клієнта, підвищуючи загальну ефективність і швидкість реагування ланцюга постачання.

Підсумовуючи, технології відіграють фундаментальну роль у сучасних складських операціях, забезпечуючи ефективність, точність і продуктивність. Від автоматизації та WMS до IoT, RFID та AI, кожен технологічний прогрес сприяє перетворенню складів із простих складських приміщень на динамічні, інтегровані компоненти ланцюга поставок, здатні задовольнити вимоги сучасної торгівлі. Оскільки технології продовжують розвиватися, склади повинні адаптуватися та приймати ці інновації, щоб залишатися конкурентоспроможними в бізнес-ландшафті, що постійно змінюється.

## **Загальна інформація про управління складом, технологію RFID та їх інтеграцію для покращення роботи**

Склади існують дуже давно. Дехто стверджує, що вони з'явилися ще за часів Єгипту, коли люди використовували склади для зберігання врожаю та

зернових культур. Інші ж стверджують, що вони з'явилися ще в 1300-х роках у Великобританії, де вперше було вжито слово "склад". Так чи інакше, в наш час значення складу набагато складніше, ніж раніше.

Розвиток транспорту та зростання торгівлі призвели до швидкого розвитку індустрії ланцюгів поставок. Складське господарство, яке колись було лише крихітною частиною ланцюга поставок, зараз є важливою частиною, яка допомагає рухати бізнес вперед. Це було особливо актуально протягом останніх кількох десятиліть. Оцифрування методів складування підштовхнуло бізнес і великі організації електронної комерції до впровадження сучасних технологій для управління складами.

За останні кілька років багато чого відбулося. Далі ми заглибимося в історію та еволюцію складів і різних пов'язаних з ними систем.

### **Оцифрування складських систем**

В середині 1900-х років Друга промислова революція (також відома як Технологічна революція) спричинила стрімке зростання наукових відкриттів, масового виробництва та індустріалізації. Це зростання призвело до початкової оцифровки складської системи, і з'явилася перша WMS, яка отримала назву AS/RS або Автоматизована система зберігання та пошуку. У 1960-х роках компанія Demag (тепер відома як Dematic) розробила першу автоматизовану систему зберігання та пошуку, яка заклала основу для системи управління складом, яку ми знаємо сьогодні. Ця автоматизована система зберігання та пошуку вперше була використана на складі книжкового клубу в Німеччині, що допомогло впорядкувати процес складування.

Впровадження автоматизованої системи зберігання та пошуку принесло багато переваг. Вона зменшила витрати на робочу силу та допомогла досягти безперебійної обробки та логістики. Але це ще не все. Однією з головних переваг стали високі вертикальні стелажі, які забезпечили швидкий доступ до запасів і максимізували простір для зберігання. Ця інновація змусила нас переосмислити традиційне складування.

### **Впровадження системи управління складом**

У 1970-х роках, з розвитком комп'ютерів і мейнфреймів, з'явилося перше покоління систем управління складом, або WMS, як їх зазвичай називають. У 1971 році Walmart відкрив свій перший розподільний центр, що змусило експертів галузі переосмислити можливості ланцюга поставок. До 1974 року більшість конгломератів почали впроваджувати штрих-коди UPC для своєї продукції, що значно спростило зберігання важливої інформації, пов'язаної з інвентаризацією. У

1975 році компанія J.C. Penney розробила першу систему управління складом в режимі реального часу, яка, простими словами, змінила світ ланцюга поставок.

Ідея першого покоління систем управління складом була простою - визначити, що являє собою ваш запас, де він зберігається і скільки його можна продати. Впровадження штрих-кодів набуло популярності, що полегшило ідентифікацію та відстеження запасів. Дані про запаси та інші складські параметри зберігалися набагато ефективніше, оскільки все було оцифровано.

На початку 1990-х років багато постачальників, таких як JDA, Manugistics та Red Prairie, серед інших, розробили свої власні системи управління складом. Комерція в цей час набирала обертів і швидко зростала. Зі збільшенням обсягів глобальної торгівлі галузь ланцюгів поставок почала вимагати більшого. Багато конгломератів та організацій створили склади та розподільчі центри, які потребували різних інструментів для ефективного функціонування. Це призвело до багатьох інновацій та розробок у сфері управління складом.

### **Як розвивалася система управління складом**

До середини 1990-х років склади ставали дедалі складнішими. Прозорість і контроль стали викликом, який проклав шлях до розвитку систем управління складом, які в основному були зосереджені на оптимізації та контролі функціонування складу. Від автоматизації одиниць обладнання, конвеєрів і каруселей до ефективного управління багатьма рухомими частинами складу, система управління складом.

Поряд зі згаданими вище викликами, критично важливим було управління складськими навантаженнями. Контроль запасів, управління замовленнями, створення завдань, комплектація та пакування мали здійснюватися ефективно. Це стало можливим завдяки Warehouse Execution System, яка обробляла частини складу, що потребували подальшої обробки завдань.

На той момент багато компаній усвідомили потенціал систем управління складом (WMS) і зрозуміли, що для того, щоб рухатися вперед, система управління складом повинна бути більш надійною і потужною. Простого забезпечення базових функцій було недостатньо, що призвело до розробки другого покоління систем управління складом.

Платформа другого покоління мала багато можливостей. Однією з них була функція Cross-Docking. Це була можливість безперешкодно переміщувати інвентар з місця отримання до місця відвантаження, що прискорило процес транспортування. Інтеграція RFID і радіочастотних пістолетів була помітною особливістю, оскільки це змінило спосіб, у який співробітники складу обробляли та обробляли запаси.



Створення завдань тепер було автоматизовано. На складі важливо ефективно використовувати робочу силу. Це можливо лише тоді, коли всі працівники складу отримують завдання, які можуть підтримувати пропускну здатність складу. Оскільки це було автоматизовано, система управління складом стратегічно створила і призначила завдання працівникам складу без будь-якого втручання людини вищого рівня.

У міру вдосконалення програмного забезпечення і мереж, технологія проклала шлях до об'єднання різних систем. Це дозволило різним системам спілкуватися одна з одною і розширювати свої функціональні можливості без ручного перенесення даних з хоста.

Впроваджуючи ці вдосконалення, такі постачальники, як Manhattan Associates і SAP, розробили рішення для складування на рівні підприємства, які дозволили організаціям масштабувати торгівлю на абсолютно новий рівень. Manhattan Associates надала можливість увімкнути багатоканальне складування та виконання замовлень. Це означає, що компанія пропонує рішення для управління замовленнями з інтернет-магазинів та звичайних магазинів в одному місці. Це докорінно змінило погляд людей на комерцію. Можливість керувати всім з однієї інформаційної панелі означала, що організації тепер можуть масштабувати свій бізнес до нових висот, інтегруючи найкраще з обох світів.

### **Системи управління складом для сучасної промисловості**

У наш час система управління складом значно змінилася порівняно з тим, якою вона була раніше. Зараз організації покладаються на ці платформи для безперебійного функціонування свого бізнесу. Близько 80% складських операцій виконуються за допомогою цих систем управління складом. Від малого та середнього бізнесу до корпоративних організацій - всі потребують надійного автоматизованого рішення, яке допоможе їм зосередитися на тому, що необхідно.

Технології стрімко розвиваються, і ці нові тенденції призвели до значного вдосконалення систем управління складом. Типове рішення для управління складом використовує клієнт-серверну архітектуру для свого функціонування. Але завдяки сучасним новітнім технологіям, таким як хмарна архітектура, ця застаріла тенденція змінюється. Впровадження хмарних технологій для систем управління складом має багато переваг. Вона пропонує чудовий контроль, підвищену безпеку та прозорість. Коли ви не покладаєтесь на клієнт-серверну модель, ви отримуєте можливість відстежувати та контролювати свою систему управління складом з будь-якого місця.

Ще однією важливою перевагою хмарних систем управління складом є те, що вони вимагають мінімум ресурсів. Це означає, що вони дуже ефективні та

економічно вигідні, що робить їх особливо придатними для малих і середніх складів. Концепція хмари як послуги полягає в тому, що ви платите за те, що купуєте, а це означає, що вам не потрібно інвестувати в дорогі сервери, які, як ви сподіваєтеся, вам колись знадобляться.

І це ще не все. Налаштування цих серверних систем вимагає як інфраструктури, так і ресурсів, таких як енергія, які є особливо дорогими. Коли ви обираєте хмарну систему управління складом, ви отримуєте можливість масштабувати свою платформу в міру зростання вашого бізнесу.

### **Як сприймається сучасна система управління складом**

Той факт, що технології розвинулися до того рівня, на якому вони знаходяться сьогодні, просто означає, що за останні кілька десятиліть зросла потреба в революції. Це справедливо навіть для комерції та бізнесу. За останні десять років з'явилося більше малих і середніх підприємств, ніж за все минуле століття. Згідно з опитуванням, станом на 2021 рік існує 32,5 мільйона малих і середніх підприємств, і це лише у Сполучених Штатах. Незалежно від того, який тип бізнесу ви розглядаєте, кожна організація повинна розуміти, що підходить саме їй, і оснастити свій бізнес відповідними інструментами.

Система управління складом - один з таких інструментів. Але ось у чому заковика - не існує універсальної концепції при виборі правильної системи управління складом для вашого бізнесу. Існує так багато різних складських рішень і так багато змінних. З впровадженням хмарної архітектури це рішення може стати ще складнішим.

Ось дещо цікаве, що може допомогти. Багато підприємств вважають, що традиційна клієнт-серверна архітектура більше відповідає їхнім потребам. Для цього є багато причин.

По-перше, підприємства потребують складних налаштувань програмного забезпечення для управління складом, пристосованих до їхніх бізнес-процесів. Наявність клієнт-серверної архітектури дозволяє спростити цю задачу відповідно до їхніх вимог.

По-друге, існує більша складність даних, які циркулюють між системами, і використання власного сервера може бути особливо корисним.

Більше того, вони мають ресурси та інфраструктуру для використання такої архітектури.

З іншого боку, малому та середньому бізнесу краще обрати хмарну систему управління складом. Як згадувалося раніше, вони можуть бути супер-оптимізовані для їхніх бізнес-потреб. Мало того, вони пропонують кращу вартість, оскільки вам не потрібно заздалегідь інвестувати в дороге серверне обладнання. А рівень

масштабованості, який вони пропонують, робить їх безсумнівним вибором системи управління складом для малого та середнього бізнесу.

### **Що далі з системами управління складом?**

Склади стають все більш і більш складними з кожним днем. Щоб не відставати від них, системи управління складом повинні розвиватися набагато швидше. На щастя, завдяки доступним технологіям і розвитку, що відбувається, зараз найкращий час для того, щоб обладнати свій склад і свій бізнес електронної комерції надійною системою управління складом.

Все більше людей переходять на онлайн-покупки, навіть для задоволення найменших своїх потреб. Будь то щоденні продукти, модний одяг або найсучасніші технології, люди просто хочуть мати можливість купувати все це онлайн і в найкоротші терміни отримувати доставку до свого порогу. Маючи такий великий потенціал в галузі електронної комерції, вона потребує потужного компаньйона, такого як автоматизована система управління складом, щоб забезпечити власників бізнесу електронної комерції та керівників складів усім необхідним для подолання викликів такого складного бізнесу.

\*\*\*\*\*

Управління складом є складним процесом, що включає виконання, контроль та оптимізацію складських операцій. Це охоплює широкий спектр активностей у складському просторі, таких як прийом та зберігання товарів, виконання замовлень та відвантаження. Ефективне управління складом включає оптимізацію використання складського простору, легкість знаходження товарів для персоналу, забезпечення достатнього кількості робочої сили, ефективне виконання замовлень та координацію зв'язку з постачальниками та транспортними компаніями для своєчасного прибуття матеріалів і відправки замовлень【44†source】.

Система управління складом (WMS) є програмним рішенням, яке забезпечує видимість всього запасу компанії і керує операціями ланцюга поставок від дистрибуційного центру до полиці магазину. WMS покращує ефективність управління запасами, моніторить їх рівні, збільшує ефективність збирання та упаковки замовлень і покращує процеси виконання замовлень【45†source】.

Важливо розуміти відмінності між управлінням запасами та управлінням складом. Управління запасами зосереджено на ефективному та ефективному замовленні, зберіганні, переміщенні та виборі матеріалів, необхідних для виготовлення продукції або виконання замовлень. Тим часом управління складом є більш широким терміном, що включає інші аспекти складських операцій, такі як

організація та дизайн складу, праця, виконання замовлень, моніторинг складу та звітність【44†source】.

Автоматизація є одним із ключових стратегій для поліпшення управління складом. Автоматизовані системи звільняють працівників від простих, повторюваних завдань, дозволяючи їм зосередитись на завданнях, які дійсно потребують людської уваги. Це не тільки пришвидшує виконання замовлень, але й може покращити точність операцій, оскільки технологія автоматизації допомагає зменшити людські помилки【43†source】.

Управління складом - це ключовий аспект логістики, який зосереджується на оптимізації процесів зберігання, обробки та руху товарів у складських приміщеннях. Ефективне управління складом включає контроль за запасами, управління місцями зберігання, підготовку замовлень і відправку товарів, а також оптимізацію робочої сили і засобів автоматизації.

## **Переваги систем RFID в оптимізації складських процесів, включаючи управління запасами та облік.**

Екстенсивне виробництво товарів, розпочате промисловою революцією, посилює необхідність сучасних складських приміщень [1]. В останні роки функціонування складського господарства стала більш непередбачуваною зі збільшенням кількості речей, які потрібно вирішити в а склад, тому звичайні та ручні стратегії управління складом відсутні потрібно більше часу, щоб мати справу з таким обсягом діяльності. Це спонукало до більш інтенсивного використання сучасних інновацій для управління цими викликами [2]. Німецький вислів «Індустрія 4.0» вперше був представлений на виставці в Ганновері 2011 року Виставка Messe. Він включає в себе весь ряд винахідницьких операцій і досягнень доповнювати нові ідеї в рамках галузевих норм у зоні складання для швидкого обслуговування розвиток секторів бізнесу. У цьому контексті ці нововведення мають позитивний вплив по складських операціях.

Одним із ключових прикладів є IoT [3]. Наявність IoT в склад означає взаємодію людини з машиною та машиною з машиною. Це ключова технологія для обробки великих обсягів даних з найвищою ефективністю в короткий час на складі в режимі реального часу. Це ідея мережі, яка може легко реалізувати інтелектуальну ідентифікацію, визначення місцезнаходження, моніторинг, відстеження та контроль радіочастотна ідентифікація (RFID), інфрачервоні датчики, глобальні системи позиціонування (GPS), лазерні сканери та інші гаджети

локалізації. IoT допомагає керувати адміністративним робоче навантаження, що полегшує нагляд і контроль складських даних [4]. Наприклад, IoT може використовуватися в управлінні складом для моніторингу, відстеження товарів, прогнозування попиту тренди, управління запасами та інші складські операції в режимі реального часу [5]. Головна функція складу - забезпечення продажів і задоволення клієнтів. Впровадження IoT покращує фінансові показники, продуктивність праці та задоволеність клієнтів [6]. Проблема та новизна дослідження: Впровадження та управління інноваціями використовувани в складських процесах забезпечують умови для отримання інформації про в поточну ситуацію в бажаний час, що дозволяє передбачувати рішення для її поліпшення операції або процеси, наприклад, для організації роботи складування, транспортування, і ланцюги поставок більш ефективні. Таким чином, Інтернет речей (IoT) може опосередковано або безпосередньо впливають на бізнес, ринок, на якому він працює, навіть на весь сектор, оскільки Інтернет речей (IoT) все ще є відносно новою технологічною сутністю, яка просуває розвиток бізнесу, підвищення прибутковості та конкурентоспроможності компанії, інноваційність компаній, та імідж надання складських послуг. Поки що бракує дослідження впливу IoT на складські операції, а також вплив IoT з управління складами в компаніях різного розміру.

Поняття Індустріал Революція 4.0, зокрема IoT, стосується автоматизації промисловості в цілому склада зокрема. Впровадження інновацій, що підтримують комплексність функціонування складів вимагає часу. Однак приходять гнучкість та інновації з додатковими витратами та створює такі проблеми, оскільки для цього потрібні значні інвестиції впровадження, витрати на обслуговування, брак кваліфікованих IT-фахівців, вплив на природу, і структура роботи складів. Вплив впровадження IoT на такі елементи складських процесів, як точність інвентаризації або час виконання замовлення аналізувати в компаніях різного розміру. Попередні дослідження впливу IoT на управління складським господарством переважно зосереджені на переваги, недоліки, зменшення ризиків і використання IoT на складах. тому Мотивація цього дослідження полягає в дослідженні значного впливу IoT на склад управління в компаніях різного розміру та визначити, чи IoT має різні витрати та переваги для того самого сценарію. Мета дослідження –

провести дослідження впливу IoT на склад управління на основі розміру компанії.

Презентація моделі дослідницького процесу: У цьому дослідженні була відповідна література розглянуто для аналізу концепції важливості складу, функціонування складу та логістики — елементів, які впливають на продуктивність складів. Огляд відповідної літератури, представленої в цьому дослідженні, було використано для вивчення застосування IoT в управлінні складом, його важливість і вплив IoT на управління складом. Метою огляду літератури було визначення ключових показників ефективності склад і можливі витрати та переваги IoT, які впливають на управління складом. The Результати цього дослідження сприятимуть пропонуванню концептуальної моделі впровадження IoT для складські підприємства.

У сучасну епоху все більше дослідників і науковців інвестують свій час у розвиток складського господарства шляхом його автоматизації та підвищення ефективності. Складські процеси включають зберігання, розподіл і контроль потоків товарів на складі [7]. Склади завжди були ключовим центром у потоці товарів у ланцюзі постачання, охоплюючи різні операції, такі як інвентаризація, доставка, прийом товарів, док-станція тощо. Робота [8] описує управління складським господарством як зберігання, сортування, відправлення товарів і прогнозування запасів. У цю нову розвинену епохуклади мають особливе значення для взаємозв'язку виробництва та постачання. У своєму аналізі Krauth et al. [9] досліджують складність складських процесів і складність адміністрування складу, що зумовлено кількістю товарів, що переробляються, типом використовуваної технології та іншими складськими операціями.

Стаття [10] представляє структуру та класифікацію складських операцій з використанням огляду літератури як базової моделі. Він демонструє весь ланцюжок операцій від доставки продукції на склад до сортування, пакування, зберігання та відправлення. Дослідження доступної літератури показує, що хоча різні підприємства, включаючиклади різних типів, були проаналізовані, процес управління складом виявився однаковим. Управління складом складається з основних складських заходів — прийому, ємності, обробки замовлень і доставки. Складність діяльності в ланцюзі поставок змусила логістичні підприємства покращити інформаційний потік як всередині, так і ззовні. Інтегрована логістична інформаційна система — це унікальна модель

управління бізнесом, яка контролює потік матеріалів, інформації та товарів від точки походження до точки доставки, де всі дії управління взаємопов'язані.

Загальна ідея полягає в тому, щоб забезпечити задоволеність споживачів шляхом зменшення супутніх витрат [15]. Інтегрована логістична система забезпечує комбіноване рішення для управління складами, транспортом і матеріалами, інтегруючи різні функції бізнес-процесу, включаючи: (1) виробничу функцію; (2) функції постачання та зберігання; і (3) функція маркетингу. Інтегрована логістична інформаційна система потребує системи підтримки для впровадження. Тому реалізація може тривати кілька років. Така система підтримки відома як система матеріально-технічного забезпечення. Інтегрована логістична підтримка (ILS) — це інтегрований ітеративний процес для прийняття стратегії підтримки, яка оптимізує операційну підтримку, використовує наявні елементи та запускає процес проектування системи для кількісної оцінки витрат життєвого циклу та зменшення логістичного сліду, роблячи систему зручною для підтримки. Цей процес заохочує компанії підтримувати або покращувати стандартну якість матеріалів, залучати капітал, наймати висококваліфікований персонал і застосовувати новітні технології та інформаційні системи для досягнення цілей своїх організацій [15]. Автори [16] у статті обговорили основні принципи технологій, включаючи їх архітектуру, протоколи та консенсусні алгоритми, характеристики та проблеми їх інтеграції. Крім того, були проведені дослідження шлюзу пристроїв IoT, інформаційних систем IoT, систем управління, хмарного середовища та туманних обчислень (4,65% для кожної окремої програми). Автори виявили значні прогалини та майбутні міркування, які можна взяти до уваги при інтеграції технології блокчейну в домен IoT. Отже, вся концепція приносить переваги та ефективність компаніям. Однак, як домінуючий елемент, допоміжне обладнання збільшує складність процесу, оскільки використовується все більше пристроїв і програмних пакетів. Витрати, пов'язані з впровадженням, обслуговуванням, кваліфікованою робочою силою, обладнанням і вразливістю, можуть бути настільки високими, що деякі компанії не можуть дозволити собі прийняти цю систему. IoT має багато застосувань для логістики та управління ланцюгами поставок і матиме величезний вплив на майбутнє управління логістикою. Цілі IoT полягають у створенні спільної мережевої інфраструктури для полегшення обміну товарами,

послугами та пов'язаною інформацією за допомогою взаємодії «машина-машина» та «людина-машина». IoT є найцікавішою та важливою сферою досліджень, яка привертає увагу в усьому світі. Наприклад, опитування показало, що використання комп'ютерних пакетів для логістики та складських операцій у Кореї лінійно зросло в 1993–1995 роках. Ці системи зазвичай використовуються для управління запасами, матеріальними потоками, продажами та прогнозуванням попиту [17]. Проте електронний обмін даними (EDI), який є обміном між комп'ютерами даними ділових документів у стандартному електронному форматі між підприємствами, останнім часом набуває популярності.

Системи EDI використовуються для операцій, пов'язаних із замовленнями та управління транспортуванням. Проте традиційні способи обміну інформацією, такі як факс, телефон, електронна пошта або особисті візити, також популярні. У Кореї системи логістики та складської інформації все ще розвиваються, а місцеві постачальники IT-послуг відчують труднощі через відсутність комерційного інтересу. Автор стверджує, що середні компанії не можуть запровадити сучасні IT-системи через фінансові проблеми [18]. У Кореї нова система внутрішнього позиціонування (IPS) була розроблена [19] та інтегрована з системою управління складом. Система використовує теги управління складом для обміну даними, пов'язаними з наявністю товару, часом запасу, часом доставки та контролем запасів. Автор стверджував, що ця гнучка система вимагає встановлення кількох пристроїв, таких як світлодіодний екран, приймач, передавач, шлюз і тег WMS, а інтеграція її з WMS дозволить легко контролювати дані про запаси на складах. У статті, опублікованій [20], представлено інноваційне рішення для управління складом, яке включає інтеграцію штучного інтелекту та алгоритм планування зберігання, прийому та доставки замовлень. Для цього передового рішення потрібні піддони та полиці зі штрих-кодом, а також використання GPS. Робота [21] представила автоматизоване рішення для моніторингу складу на основі IoT, яке включає технологію ZigBee, датчики, систему передачі ситуації та бездротову інтелектуальну систему керування. Ця інноваційна система миттєво контролює опалення, температуру та вологість на складі. Комп'ютери аналізують дані, зібрані з датчиків, і в екстрених випадках система автоматично викликає менеджера або екстрені номери. У звіті [22] зі Сполучених Штатів аналізується роль IoT в управлінні ланцюгом поставок. У звіті зазначено, що пристрої IoT здебільшого



використовуються для моніторингу управління запасами, а RFID-мітки широко використовуються компаніями ланцюга поставок. Пристрої IoT також використовуються для моніторингу температури, вологості та тиску товарів під час транспортування. Дослідження, проведене в Малайзії [23], показало, що традиційні програмні пакети SAP і WMS, інтегровані з IoT, широко використовуються (табл. 1). На складах радіочастотні зчитувачі використовуються для управління матеріалами, планування маршрутів, транспортування та відправлення. Радіочастотні інтелектуальні пристрої використовуються для оперативних функцій під час радіозв'язку в реальному часі.

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Технологія RFID (Radio Frequency Identification) значно підвищує ефективність управління складом, надаючи можливість безконтактного зчитування інформації з етикеток товарів на відстані. Ця технологія використовує радіочастотні хвилі для передачі даних між RFID-мітками і зчитувачами. Мітки містять в собі мікročіпи, які зберігають інформацію про товар, і антену для передачі цієї інформації.

Інтеграція RFID у системи управління складом приносить безліч переваг:

1. **Реальний Час Відстеження:** RFID дозволяє відстежувати товари у реальному часі, що підвищує точність інвентаризації та знижує ризики втрат.
2. **Автоматизація:** Зменшення необхідності в ручному введенні даних та скануванні штрихкодів, що призводить до збільшення продуктивності та зниження помилок.
3. **Покращення Ефективності Процесів:** Використання RFID сприяє оптимізації процесів приймання, зберігання, комплектації та відвантаження товарів.
4. **Економія Ресурсів:** Зниження витрат на робочу силу та час завдяки автоматизації процесів і швидкому відстеженню товарів.

5. **\*\*Підвищення Безпеки:\*\*** Здатність відстежувати переміщення кожного товару на складі забезпечує кращий контроль і знижує ризики крадіжок.

Ефективна інтеграція технології RFID в управління складом вимагає ретельного планування, включаючи вибір відповідних типів міток і зчитувачів, розробку інфраструктури для інтеграції з існуючими системами управління, а також навчання персоналу для ефективного використання нових технологій.

\*\*\*\*\*

RFID - це автоматизована технологія ідентифікації, яка використовує радіохвилі для зчитування даних з міток, прикріплених до об'єктів. Ця технологія змінила складські операції, пропонуючи більш динамічний підхід до управління запасами і відстеження в режимі реального часу.

Ключові ролі технології в сучасному складуванні:

1. Підвищення точності та ефективності: Традиційні складські операції часто були затьмарені людськими помилками при відстеженні та управлінні запасами. Поява таких технологій, як RFID, значно зменшила ці помилки, забезпечуючи точне відстеження товарів у режимі реального часу. Це не тільки підвищує точність інвентаризації, але й оптимізує операції, що призводить до значної економії часу та коштів.

2. Управління запасами в режимі реального часу: RFID-мітки дозволяють відстежувати товари на складі в режимі реального часу. Це дозволяє миттєво оновлювати запаси, сприяючи прийняттю більш обґрунтованих рішень щодо рівня запасів, точок повторного замовлення та загального управління ланцюгами поставок.

3. Впорядкований ланцюг поставок: За допомогою RFID товари можна відстежувати по всьому ланцюгу поставок, від виробника до складу і, нарешті, до роздрібного продавця або кінцевого споживача. Така прозорість допомагає оптимізувати операції ланцюга поставок, зменшити вузькі місця і забезпечити своєчасну доставку продукції.

4. Оптимізація праці: Технологія автоматизує багато ручних завдань, дозволяючи працівникам складу зосередитися на більш стратегічних видах діяльності з доданою вартістю. Це не тільки підвищує продуктивність, але й підвищує задоволеність працівників, усуваючи повторювані, рутинні завдання.

5. Аналітика та прогнозування даних: Сучасні складські технології надають безліч даних, які можна проаналізувати, щоб отримати уявлення про поведінку споживачів, оборотність запасів та операційну ефективність. Ця інформація може стати основою для прийняття стратегічних рішень, допомагаючи компаніям передбачати ринкові тенденції, оптимізувати запаси та впорядковувати операції.

### ### Особлива увага до технології RFID:

Технологія RFID, зокрема, змінила правила гри для складських операцій:

1. Миттєве визначення місцезнаходження товару: RFID-мітки дозволяють миттєво знаходити товари на великому складі, значно скорочуючи час, що витрачається на їх пошук.

2. Підвищена безпека: Технологія пропонує розширені функції безпеки. Товари можна відстежувати в режимі реального часу, знижуючи ризик крадіжки або втрати на складі.

3. Безперешкодний процес відправки товарів: RFID може прискорити процес виписки товарів, особливо на роздрібних складах. Товари можна сканувати в масі без необхідності прямої видимості, що прискорює процеси виставлення рахунків і виписки.

4. Інтеграція з іншими системами: Технологія RFID добре інтегрується з іншими системами управління складом (WMS), забезпечуючи цілісний, уніфікований підхід до управління запасами і складом.

На закінчення, роль технології, зокрема RFID, в сучасних складських операціях неможливо переоцінити. Вони не тільки трансформували існуючі процеси, але й проклали шлях до інноваційних підходів до управління запасами, оптимізації ланцюгів поставок і загальної операційної ефективності. Оскільки технологія продовжує розвиватися, ми можемо очікувати появи ще більш досконалих рішень, які ще більше змінять ландшафт складування і не тільки.

## Шляхи ефективного впровадження системи RFID-кодування для оптимізації процесів управління складом і бухгалтерського обліку

Ефективне впровадження системи RFID-кодування в процеси управління складом і обліку передбачає комплексний підхід, який включає розуміння технології, розробку стратегії її застосування і забезпечення безперешкодної

інтеграції з існуючими системами. Ось ключові стратегії оптимізації складських операцій і процесів обліку за допомогою технології RFID:

1. Комплексна оцінка потреб:

- Перш ніж впроваджувати RFID, проведіть детальний аналіз складських операцій, щоб визначити конкретні потреби і потенційні можливості для вдосконалення. Цей крок гарантує, що система RFID відповідатиме вашим операційним цілям і вирішуватиме правильні завдання【31†джерело】.

2. Вибір правильних RFID-компонентів

- Виберіть відповідні RFID-мітки та зчитувачі, виходячи з розміру, планування та характеру товарів, що зберігаються на вашому складі. Активні RFID-мітки ідеально підходять для великих складів завдяки більшій дальності зчитування, тоді як пасивні мітки є економічно вигідними для менших операцій【31†джерело】【30†джерело】.

3. Стратегічне розміщення зчитувачів і антен:

- Встановлюйте зчитувачі та антени RFID у стратегічних місцях, таких як точки входу/виходу, складські приміщення та зони обробки, щоб забезпечити всебічне покриття та відстеження руху запасів у режимі реального часу【29†джерело】【30†джерело】.

4. Інтеграція з системами управління складом (WMS):

- Переконайтеся, що система RFID безперешкодно інтегрується з вашою існуючою WMS або базою даних. Ця інтеграція дозволяє оновлювати запаси в режимі реального часу, ефективно відстежувати та оптимізувати операції【31†джерело】.

5. Оптимізація процесів:

- Використовуйте RFID для автоматизації та оптимізації різних складських операцій, включаючи приймання, складування, обробку замовлень, контроль запасів і підрахунок циклів. Ця автоматизація зменшує ручне втручання, мінімізує помилки та підвищує операційну ефективність【32†джерело】【31†джерело】.

6. Навчання та управління змінами

- Інвестуйте в навчання персоналу ефективному використанню системи RFID. Переконайтеся, що вони розуміють переваги та операційні зміни, які приносить RFID. Ефективне управління змінами має вирішальне значення для безперешкодного впровадження технології та максимізації переваг системи【32†джерело】.

7. Регулярний моніторинг та обслуговування:

- Регулярно контролюйте продуктивність системи RFID і проводьте перевірки технічного обслуговування. Постійне оновлення системи та оперативне вирішення будь-яких технічних питань забезпечує постійну операційну ефективність【32†джерело】.

#### 8. Оцінювання продуктивності та масштабованості:

- Постійно оцінюйте продуктивність системи RFID відповідно до ваших операційних цілей. Будьте готові масштабувати систему в міру зростання вашого бізнесу або зміни операційних потреб.

Дотримуючись цих стратегій, склади можуть ефективно впровадити технологію RFID, що призведе до підвищення точності інвентаризації, зниження операційних витрат, підвищення продуктивності і, в кінцевому підсумку, до більш ефективного і оперативного ланцюга поставок. Для більш детального керівництва по впровадженню RFID в управління складом, ви можете звернутися до наданих джерел【31†джерело】【32†джерело】【30†джерело】【29†джерело】.

## Розділ 2.

### Основи технології RFID - розуміння компонентів RFID: мітки, зчитувачі та антени

RFID (радіочастотна ідентифікація) — це форма бездротового зв'язку, яка включає використання електромагнітного або електростатичного зв'язку в радіочастотній частині електромагнітного спектру для унікальної ідентифікації об'єкта, тварини чи людини.

Сама технологія RFID складається з трьох основних ключових компонентів:

1. Мітки (теги) RFID: це невеликі електронні пристрої, що містять мікрочіп і антену. Мітки зберігають унікальні ідентифікатори та передають дані, коли їх активує зчитувач RFID.

2. Зчитувачі RFID: зчитувачі – це пристрої, які випромінюють радіохвилі та отримують сигнали від тегів RFID. Вони збирають дані тегів, включаючи унікальні ідентифікатори та додаткову інформацію.

3. Програмне забезпечення та проміжне програмне забезпечення: спеціалізоване програмне забезпечення обробляє та керує даними, зібраними зчитувачами RFID, інтегруючи їх у існуючі системи та надаючи корисну інформацію.

Коли скануюча антена та трансивер поєднані, вони називаються зчитувачем RFID або запитувачем. Існує два типи зчитувачів RFID: стаціонарні та мобільні зчитувачі. Зчитувач RFID – це підключений до мережі пристрій, який може бути портативним або стаціонарним. Він використовує радіохвилі для передачі сигналів, які активують тег. Після активації тег посилає хвилю назад до антени, де вона перетворюється на дані.

Транспондер знаходиться в самій RFID-мітці. Діапазон зчитування для тегів RFID залежить від таких факторів, як тип мітки, тип зчитувача, частота RFID та перешкоди в навколишньому середовищі або від інших тегів і зчитувачів RFID. Мітки з потужнішим джерелом живлення також мають довший діапазон читання.

Що таке RFID-мітки та смарт-мітки?

Мітки RFID складаються з інтегральної схеми (IC), антени та підкладки. Частина мітки RFID, яка кодує ідентифікаційну інформацію, називається вкладкою RFID.

Є два основних типи тегів RFID:

Активний RFID. Активна RFID-мітка має власне джерело живлення, часто акумулятор.

Пасивний RFID. Пасивна RFID-мітка отримує живлення від зчитувальної антени, електромагнітна хвиля якої індукуює струм в антені RFID-мітки.

Існують також напівпасивні мітки RFID, тобто батарея керує схемою, тоді як зв'язок живиться від зчитувача RFID.

Вбудована енергонезалежна пам'ять з низьким енергоспоживанням відіграє важливу роль у кожній системі RFID. Мітки RFID зазвичай містять менше 2000 Кб даних, включаючи унікальний ідентифікатор/серійний номер. Теги можуть бути лише для читання або читання-запису, де дані можуть бути додані читачем або наявні дані перезаписані.

Діапазон зчитування для тегів RFID залежить від таких факторів, як тип мітки, тип зчитувача, частота RFID та інтерференція в навколишньому середовищі або від інших тегів і зчитувачів RFID. Активні RFID-мітки мають довший діапазон зчитування, ніж пасивні RFID-мітки завдяки потужнішому джерелу живлення.

Смарт-мітки — це прості мітки RFID. Ці етикетки містять RFID-мітку, вбудовану в клейку етикетку, і містять штрих-код. Вони також можуть використовуватися зчитувачами RFID і штрих-кодів. Розумні етикетки можна друкувати на вимогу за допомогою настільних принтерів, де RFID-мітки потребують більш досконалого обладнання.

Які є типи систем RFID?

Існує три основних типи систем RFID: низькочастотні (LF), високочастотні (HF) і надвисокочастотні (UHF). Також доступна мікрохвильова RFID. Частоти значно відрізняються залежно від країни та регіону.

Низькочастотні системи RFID. Вони варіюються від 30 до 500 кГц, хоча типова частота становить 125 кГц. LF RFID має короткий діапазон передачі, як правило, від кількох дюймів до менш ніж шести футів.

Високочастотна система RFID Діапазон діапазонів від 3 МГц до 30 МГц, типова ВЧ-частота становить 13,56 МГц. Стандартний діапазон коливається від кількох дюймів до кількох футів.

UHF RFID системи. Вони варіюються від 300 МГц до 960 МГц із типовою частотою 433 МГц, і зазвичай їх можна зчитувати на відстані 25 з лишком футів.

Мікрохвильові системи RFID. Вони працюють на 2,45 ГГц і їх можна прочитати на відстані 30 з лишком футів.

Використовувана частота залежатиме від програми RFID, причому фактичні отримані відстані іноді відрізняються від очікуваних. Наприклад, коли Державний департамент США оголосив про видачу електронних паспортів із чіпом RFID, він сказав, що чіпи можна буде зчитувати лише з відстані приблизно

4 дюйми. Проте невдовзі Державний департамент отримав докази того, що зчитувачі RFID можуть зчитувати інформацію з тегів RFID на відстані набагато більшій, ніж 4 дюйми, іноді понад 33 фути.

Якщо потрібні більші діапазони зчитування, використання міток з додатковою потужністю може збільшити діапазони зчитування до 300 з лишком футів.

## **Програми RFID та випадки використання**

RFID бере свій початок у 1940-х роках; однак у 1970-х його використовували частіше. Довгий час висока вартість тегів і зчитувачів забороняла широке комерційне використання. Оскільки витрати на апаратне забезпечення зменшилися, впровадження RFID також зросло.

Деякі поширені способи використання програм RFID включають:

- відстеження домашніх тварин і худоби
- управління запасами
- відстеження активів і обладнання
- контроль запасів
- логістика вантажів і ланцюгів поставок
- стеження за транспортними засобами
- обслуговування клієнтів і контроль збитків
- покращена видимість і розподіл у ланцюзі поставок
- контроль доступу в ситуаціях безпеки
- Доставка
- охорона здоров'я



- виробництво
- роздрібні продажі
- одноразові платежі кредитною картою

## RFID проти штрих-кодів

Використання RFID як альтернативи для штрих-кодів все частіше використовується. Технології RFID і штрих-коду використовуються схожими способами для відстеження запасів, але між ними є деякі важливі відмінності.

RFID-мітки	Штрих-коди
Може ідентифікувати окремі предмети без прямої видимості.	Для сканування потрібна пряма видимість.
Може сканувати елементи від дюймів до футів, залежно від типу мітки та зчитувача.	Для сканування потрібна ближча відстань.
Дані можна оновлювати в режимі реального часу.	Дані доступні лише для читання і не можуть бути змінені.
Потрібне джерело живлення.	Джерело живлення не потрібне.
Час читання становить менше 100 мілісекунд на тег.	Час читання становить півсекунди або більше на тег.

Містить датчик, прикріплений до антени, часто міститься в пластиковій кришці та дорожчий, ніж штрих-коди.	Надрукований на зовнішній стороні об'єкта та більш схильний до зносу.
---	---

## RFID проти NFC

Зв'язок ближнього поля (NFC) дає змогу обмінюватися даними між пристроями за допомогою високочастотної бездротової технології малого радіусу дії. NFC поєднує інтерфейс смарт-карти та пристрою для читання в одному пристрої.

Ідентифікатор радіочастоти	Near Field Communication
Односпрямований	Двонаправлений
Радіус дії до 100 м	Радіус дії менше 0,2 м
НЧ/ВЧ/УВЧ/Мікрохвильова піч	13,56 МГц
Безперервний відбір проб	Немає постійного відбору проб
Бітрейт змінюється залежно від частоти	До 424 Кбіт/с
Потужність залежить від частоти	<15 міліампер

## Проблеми RFID

RFID схильний до двох основних проблем:

- **Читацька колізія.** Зіткнення зчитувачів, коли сигнал від одного зчитувача RFID створює перешкоди для другого зчитувача, можна запобігти за допомогою протоколу запобігання зіткненням, щоб змусити теги RFID по черзі передавати відповідний зчитувач.
- **Зіткнення тегів.** Зіткнення тегів відбувається, коли забагато тегів вводять в оману зчитувач RFID, передаючи дані одночасно. Вибір пристрою для читання, який збирає інформацію про теги по одному, допоможе уникнути цієї проблеми.

## **Безпека та конфіденційність RFID**

Загальною проблемою щодо безпеки або конфіденційності RFID є те, що дані тегів RFID можуть бути зчитані будь-ким із сумісним зчитувачем. Теги часто можна прочитати після того, як товар покине магазин або мережу поставок. Їх також можна зчитувати без відома користувача за допомогою неавторизованих зчитувачів, і якщо тег має унікальний серійний номер, його можна пов'язати зі споживачем. Хоча це стосується конфіденційності окремих осіб, у військових чи медичних установах це може бути проблемою національної безпеки або питанням життя чи смерті.

Оскільки мітки RFID не мають великої обчислювальної потужності, вони не можуть забезпечити шифрування, яке може використовуватися в системі автентифікації «запит-відповідь». Однак є один виняток із міток RFID, які використовуються в паспортах – базовий контроль доступу (BAC). Тут чіп має достатню обчислювальну потужність, щоб декодувати зашифрований маркер із зчитувача, таким чином доводячи валідність зчитувача.

На пристрої зчитування інформація, надрукована на паспорті, сканується машинним способом і використовується для отримання ключа для паспорта. Використовується три частини інформації: номер паспорта, дата народження власника паспорта та дата закінчення терміну дії паспорта, а також цифра контрольної суми для кожної з трьох.

Дослідники кажуть, що це означає, що паспорти захищені паролем із значно меншою ентропією, ніж зазвичай використовується в електронній комерції. Цей ключ також є статичним протягом усього терміну служби паспорта, тому після того, як суб'єкт отримав одноразовий доступ до надрукованої ключової інформації, паспорт можна прочитати з або без згоди пред'явника паспорта до закінчення терміну дії паспорта.

Державний департамент США, який запровадив систему BAC у 2007 році, додав до електронних паспортів матеріал для захисту від

скимінгу, щоб пом'якшити загрозу невиявлених спроб викрасти особисту інформацію користувачів.

## **Стандарти RFID**

Існує кілька вказівок і специфікацій для технології RFID, але основними організаціями стандартизації є:

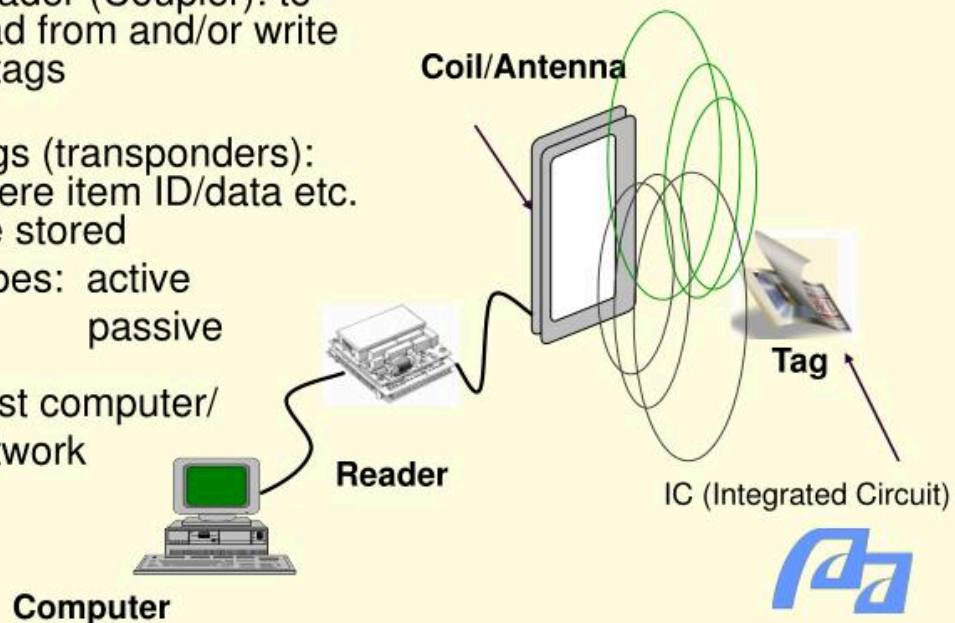
- Міжнародна організація стандартизації (ISO)
- Electronics Product Code Global Incorporated (EPCglobal)
- Міжнародна електротехнічна комісія (IEC)

Кожна радіочастота має відповідні стандарти, зокрема ISO 14223 та ISO/IEC 18000-2 для LF RFID, ISO 15693 та ISO/IEC 14443 для HF RFID та ISO 18000-6C для UHF RFID.

## Механізм роботи систем RFID

### How does a RFID system work ?

- Reader (Coupler): to read from and/or write to tags
- Tags (transponders): where item ID/data etc. are stored  
Types: active  
passive
- Host computer/  
network



Антенa зчитувача AnRFID генерує електромагнітну енергію, яка передається на антену мітки. Радіохвилі повертаються до зчитувача від мітки, яка живиться від внутрішньої батареї мітки або від електромагнітного поля зчитувача. Коли зчитувач вловлює радіохвилі мітки, він або вона створює значущий набір даних.

Мітки радіочастотної ідентифікації (RFID) — це розумні мітки зі штрих-кодом, які можна поєднати з мережевою системою для відстеження кожного товару у вашому продуктовому кошику. Коли товар поміщається у кошик, електронний зчитувач сканує RFID-мітку та негайно її пробиває. Деякі критики вважають, що використання технології RFID стає тягарем для нашого життя. Крім транспорту, RFID-мітки використовувалися як квитки на проїзд у громадському транспорті та метро. Бернард Сільвер розробив першу автоматичну систему кодування продукту в 1973 році. Радіочастотні мітки можуть розрахувати вартість поїздки за тарифом і відняти її від суми, внесеної користувачем. У минулому мітки RFID використовувалися для відстеження великих предметів, таких як корови, потяги та авіабагаж.

Активні, напівактивні та пасивні мітки RFID нещодавно набули популярності в цій галузі. У кожній мітці є чіп, антенa, акумулятор і зчитувач. Пасивні мітки, як і активні мітки, спрощують використання технології RFID. Елементи з пасивним тегом, які зчитуються далеко від читача, не допускаються. Сховище доступне в трьох типах: тільки для читання, для читання і запису та OMZCH. Метою галузі RFID є зниження вартості пасивних радіочастотних ідентифікаційних міток до 5 центів за одиницю. У

результати можна побудувати мережу розумних пакетів по всьому ланцюжку постачання.

Коли викинуті сміттєві баки або сміттєві баки завалені продуктами, їх ідентифікують. Центр автоматичної ідентифікації Массачусетського технологічного інституту знаходиться на ранніх стадіях розробки електронного коду продукту (RPC). Системи іменування об'єктів взаємодіють зі смарт-тегами за допомогою їхніх смарт-тегів. Дані з комп'ютера виробника будуть внесені в цю базу даних. Wal-Mart і Best Buy є єдиними двома великими роздрібними торговцями, які використовують мітки RFID для маркетингу та постачання. Із запровадженням електронного паспорта буде посилено безпеку, але документ містить велику кількість особистої інформації, що викликає багато проблем щодо крадіжки особистих даних. Завантаження відбувається, коли зчитувач RFID сканує дані з чіпа без відома власника чіпа.

Навушник-дроппер — це особа, яка пропускає частоти, що випромінюються чіпом RF ID, коли його зчитує офіційний зчитувач. Очікується, що наступне покоління електронних паспортів зможе забезпечувати підвищену безпеку та біометрію. Перший тип Real ID – це водійські права. Очікується, що в майбутньому низка штатів вимагатимуть, щоб справжні водійські права включали технологію RFID. Стандартне водійське посвідчення можна продовжити, щоб спростити перетин кордону в Канаді, а також створити більш зручні умови для перетину кордону.

Пасивні мітки RFID часто можна знайти в великих товарах, таких як книги та журнали, без постійного зчитувача, тоді як мітки з живленням від батареї частіше зустрічаються в промислових умовах, де потрібно відстежувати такі речі, як запаси чи відправлення. Мітки ActiveRFID використовують батареї для передачі сигналу через регулярні проміжки часу, дозволяючи приймачам відстежувати переміщення мітки та отримувати доступ до її даних. Пасивні мітки RFID менш дорогі та не потребують батарейок, але вони не передають сигнал, коли їх вловлюють зчитувачі, що може бути незручним у багатолюдному чи шумному середовищі.

ActiveRFID-мітки мають набагато більший радіус дії, ніж пасивні RFID-мітки, оскільки вони можуть зчитувати з набагато вищою швидкістю. Це корисно як у промислових, так і в роздрібних магазинах, де необхідно контролювати великі площі, а також у роздрібних магазинах, де продукти потрібно відстежувати від однієї полиці до іншої. Пасивні мітки RFID набувають популярності через їх низьку ціну, простоту використання та відсутність резервного живлення від батареї. Хоча ці продукти ефективні для масових товарів, не вимагаючи постійного зчитувача, вони менш поширені в промислових умовах через необхідність відстеження даних. Активні RFID-мітки, на відміну від пасивних RFID-міток, дозволяють зчитувати більше відстані та використовуються у великих промислових середовищах, де потрібен моніторинг.

### 3. Управління складом за допомогою RFID

RFID, або радіочастотна ідентифікація, — це система відстеження та ідентифікації об'єктів за допомогою радіохвиль. RFID-мітки – це невеликі бездротові пристрої, які випромінюють радіосигнали, які можна зчитувати зчитувачами RFID. RFID використовується в різних програмах, включаючи відстеження запасів, безпеку та контроль доступу. Мітки RFID зазвичай складаються з двох частин: мікрочіпа, який

зберігає інформацію, та антени, яка передає радіосигнали. Інформація, що зберігається на мікročіпі, може бути будь-якою, від простого ідентифікаційного номера до більш складних даних, таких як місцезнаходження активу на складі. Антена використовується для передачі радіосигналів, які вловлює зчитувач RFID. Зчитувачі RFID бувають різних форм і розмірів, але всі містять радіоантену, яка випромінює сигнал. Сигнал вловлюється антеною RFID-мітки, яка живить мікročіп і дозволяє йому передавати інформацію на зчитувач. Потім зчитувач декодує інформацію та відображає її на екрані або надсилає на комп'ютер для подальшої обробки. Технологія RFID має широкий спектр застосувань у складському середовищі. Одним із поширених способів використання є відстеження запасів. RFID-мітки можна прикріпити до продуктів або товарів, а розташування міток можна відстежувати за допомогою зчитувачів RFID. Цю інформацію можна використовувати для відстеження рівня запасів і пошуку конкретних товарів, якщо це необхідно. Ще одне поширене використання RFID на складі – це забезпечення безпеки. RFID-мітки можна використовувати для відстеження переміщення людей і активів на складі. Цю інформацію можна використовувати для виявлення потенційних ризиків безпеки та для моніторингу потоку трафіку на складі та з нього. RFID також можна використовувати для контролю доступу. RFID-мітки можна використовувати для відстеження руху людей і транспортних засобів у заборонених зонах і поза ними. Цю інформацію можна використовувати для контролю доступу до певних зон складу, а також для спостереження за діяльністю людей і транспортних засобів у цих зонах.

В останні роки розвиток технології штрих-кодів супроводжувався розвитком радіочастотної ідентифікації. Радіочастотна ідентифікація (RFID) — це технологія, яка може передавати дані, що зберігаються в мікročіпі, за допомогою радіочастотних сигналів. Окрім можливості відстеження, чіпи можуть мати індикатори для кращого зберігання. Багато підприємств використовують цю технологію на своїх складах, щоб підвищити безпеку та надійність ланцюга поставок, а також мінімізувати помилки в логістичних процесах. Завдяки використанню системи радіочастотної ідентифікації (RFID) значно покращується ефективність будь-якого процесу порівняно з традиційними методами, такими як штрих-коди. Завдяки автоматизації та прискоренню процесів інвентаризації продукції працівники можуть витратити менше часу на паперову роботу. Витрати на монтаж високі.

Ця технологія, як і технологія штрих-кодів, потребує більш дорогих і складних приладів та інструментів. У вологому кліматі або в місці з великою кількістю металевих виробів мітки можуть не працювати. Ці мітки не можна використовувати з певними типами рідин або металів, оскільки вони несумісні. Перш ніж поставити цілі, ми повинні спочатку визначити, де і як ми хочемо покращити наш склад. Найкращі варіанти складів можна знайти в руках фахівців, які використовують технологію RFID. Гарне мережеве з'єднання має важливе значення, оскільки всі ці технології зможуть зчитувати та передавати теги у вашій мережі.

Нерідко витратити менше десяти тисяч доларів на впровадження RFID, тоді як кілька сотень тисяч доларів знадобляться, якщо ви встановлюєте велике, складне складське приміщення з поєднанням мобільних зчитувачів, стаціонарних шлюзів і автономних мобільних роботів (AMR) з розширеними можливостями RFID.



Технологія RetailRFID використовує розміщення радіочастотних ідентифікаційних тегів на об'єктах, які випромінюють сигнали на зчитувачі RFID, які потім обробляють дані та генерують результати в реальному часі, такі як рівень запасів, діяльність інвентаризації та історія замовлень клієнтів.

Це неможливо побачити, але записати все, що потрапляє в магазин, за допомогою радіочастотного зчитувача. Відповідно до Amazon, клієнти реагують просто виходячи з магазину, що саме і передбачає цей тип бізнесу. Вас не зустрине касир, щоб покласти сумку чи передати будь-які привітання.

\*\*\*\*\*

Систему RFID на складі можна використовувати для відстеження місцезнаходження товарно-матеріальних цінностей під час їх переміщення по об'єкту. Ця інформація може бути використана для підвищення ефективності роботи складу шляхом скорочення часу, необхідного для пошуку товарів. Крім того, дані, зібрані системою RFID, можна використовувати для створення звітів, які можуть допомогти виявити проблеми та покращити загальний потік операції.

Для того, щоб бути успішним, повинна бути чітко визначена система управління складом (WMS). Використовуючи RFID, відстеження місцезнаходження в реальному часі дає дослідникам можливість отримати уявлення про логістику та складську галузь. Ці дані в поєднанні з прозорими робочими процесами дозволяють нам досягти більшої ефективності та продуктивності. Співробітники складу можуть використовувати програмне забезпечення RFID Warehouse Software для підключення до сервера додатків керування складом і доступу до іншої інформації про склад. Складська діяльність, наприклад штрих-коди та радіочастотні мітки, прикріплені до піддонів, можна записувати за допомогою бездротових портативних пристроїв. Співробітники можуть використовувати ці дані, щоб легше знаходити товар, забирати, зберігати, підраховувати або транспортувати його в межах центру розподілу. Завдяки доступу до інформації про переміщення водія в реальному часі ви можете постійно покращувати продуктивність як водія, так і компанії.

Переміщення піддону займає в середньому приблизно 2 хвилини. Компанії знадобиться п'ятсот сорок вісім годин, щоб відправити 40 000 палет на тиждень із середньою швидкістю дві хвилини на палету. Простіше кажучи, ефективність означає підвищення продуктивності та прибутковості. За даними MHE, кожен двадцятий працівник складського господарства щороку отримує травми або травмується. Клієнтам надається вся необхідна інформація для розслідування та уникнення таких проблем. Позитивне робоче середовище та турбота про працівників є важливими для збереження здоров'я.

#### Переваги технології Rfid

Завдяки використанню RFI-міток на складах ця технологія стає все більш популярною. Завдяки здатності відстежувати та ідентифікувати в режимі реального часу, він може бути безцінним інструментом з точки зору контролю запасів та інших цілей. Ймовірно, тенденція використання технології RFID для відстеження продуктів на Amazon продовжиться.

## Переваги RFID в управлінні запасами

Мітки RFID можуть запропонувати ряд переваг порівняно з традиційними штрих-кодами для управління запасами. RFID-мітки довговічніші, ніж штрих-коди, тому можуть витримувати суворі умови та багаторазове сканування. Вони також не повинні перебувати в зоні прямої видимості сканера, тому їх можна легко приховати на продуктах. RFID-мітки також можуть зберігати більше інформації, ніж штрих-коди, тому їх можна використовувати для відстеження не лише інформації про продукт, а й інформації про місцезнаходження.

Радіочастотна ідентифікація (RFID) — це метод ідентифікації та відстеження об'єктів за допомогою радіохвиль. Використовуючи системи RFID, ви можете швидко сканувати мітки та знаходити весь свій інвентар у вашому магазині, дозволяючи вам побачити, які продукти зараз є на полицях. У цій публікації ми розглянемо деякі переваги та недоліки використання радіочастотної ідентифікації в управлінні запасами. Коли ви використовуєте радіочастотну ідентифікацію, ви можете сканувати штрих-код на предметі та миттєво отримати доступ до його даних. Вам не доведеться переглядати купи паперу чи торкатися вашої картки в кожному реєстрі, щоб отримати гроші. У цьому випадку вам потрібно буде лише відсканувати штрих-код, а всім іншим займатиметься держава. Ви можете зменшити відходи, забезпечивши доставку лише правильних продуктів у кожен із ваших магазинів за допомогою радіочастотної ідентифікації (RFID).

Вартість RFID-мітки може коливатися від 5 до 10 доларів, що вище, ніж вартість інших типів штрих-кодів. Оскільки батареї потрібні, ви повинні регулярно їх замінювати. Як наслідок, RFID-мітка може змінити правила гри для вашого бізнесу. Використання технології RFID робить ваш процес виконання більш ефективним. ВЧ-ланцюг дорогий і має кілька недоліків, наприклад високу вартість штрих-кодів. Щоб досягти успіху в цій сфері, вам потрібно впровадити регіональні рішення.

## Плюси та мінуси систем управління запасами Rfid

Технологія тегів, яка може відстежувати запаси в невеликих, недорогих пристроях, вбудованих у продукти, може відстежувати продукти в магазинах. Мітки ідентифікуються зчитувачами RFID і дані зберігаються на них. Ідентифікацію продукту, рівень запасів і час попереднього оновлення можна зберегти на мітках RFID. Дані міток можна аналізувати за допомогою програмного забезпечення RFID, а також можна виконувати відстеження запасів у реальному часі. Система управління запасами AnRFID має ряд переваг. Зменшується кількість помилок співробітників і витрати на оплату праці: автоматичні мітки RFID позбавляють співробітників необхідності вручну сканувати та відстежувати запаси. Мітки RFID зберігають точні дані, які можна використовувати для відстеження змін у рівнях запасів і тенденціях з часом. Оновлення в режимі реального часу: теги RFI передають дані в режимі реального часу, тому оновлення завжди доступні. Перш ніж запроваджувати систему RFID, слід розглянути кілька плюсів і мінусів. Потрібні значні інвестиції, а самі мітки можуть бути непомерно дорогими. Деякі системи та принтери можуть не працювати з мітками RFID, що може бути проблемою. Деякі люди можуть бути стурбовані відстеженням і зберіганням їхньої особистої інформації, що, на їхню думку, є проблемою конфіденційності. Системи управління запасами, обладнані радіочастотною ідентифікацією (RFID), можуть бути корисними для зниження витрат на оплату праці та помилок, одночасно покращуючи

видимість запасів. Перш ніж взятися за проект, можливо, виникнуть певні витрати та проблеми сумісності, які слід розглянути.

## Розділ 3.

### Розробка автоматизованої системи управління складом

#### Планування та аналіз

Приступаючи до впровадження автоматизованої системи управління складом для невеликого роздрібного продавця одягу, збір вимог є вирішальним кроком. Нижче наведено основні потреби та міркування, які були визначені в ході збору вимог:

Управління запасами:

Деталізація та різноманітність: роздрібний продавець одягу часто має широкий вибір речей, кожна з яких має різні розміри, кольори та стилі. Система повинна обробляти детальну категоризацію та мати можливість розрізняти схожі предмети.

Рівні запасів: відстеження рівнів запасів у режимі реального часу, щоб запобігти надмірним запасам або нестачам, що є життєво важливим для керування сезонними лініями одягу.

Виконання замовлення:

Точність відбору: переконайтеся, що система може підтримувати ефективні процеси відбору для точного виконання замовлень, що має вирішальне значення в індустрії моди, де клієнти уважно ставляться до свого вибору.

Упаковка та транспортування: система має оптимізувати процес пакування, пропонуючи найбільш підходящий пакувальний матеріал і метод, а також обробляти транспортні етикетки та документацію.

Прийом і видача:

Швидка обробка: у міру надходження нових запасів система має сприяти швидкому й точному отриманню та видаленню, щоб мінімізувати час обробки.

Контроль якості: запроваджуйте перевірки якості в системі, щоб переконатися, що отримані товари відповідають стандартам роздрібного продавця.

Обробка повернення:

Ефективне поводження: автоматизована система, яка ефективно обробляє повернення, поповнює товари та керує обміном або відшкодуванням.

Потреби інтеграції:

Інтеграція з електронною комерцією: повна інтеграція з платформами електронної комерції, оскільки роздрібні продавці одягу часто мають значну присутність в Інтернеті.

Системи торгових точок: синхронізація в реальному часі з системами торгових точок для точного відстеження запасів.

Оптимізація простору:

Використання сховища: система повинна оптимізувати простір для зберігання, що має вирішальне значення на невеликих складах, і запропонувати найкраще розміщення товарів залежно від швидкості продажів.

Масштабованість:

Пристосування до зростання: система повинна бути масштабованою, щоб відповідати зростанню бізнесу, наприклад збільшенню асортименту продуктів або збільшенню обсягів замовлень.

Аналіз даних і звітність:

Статистика та прогнозування: розширені можливості звітування щодо інвентарю, продажів і тенденцій клієнтів для інформування щодо купівлі та маркетингових рішень. Показники продуктивності: відстежуйте ефективність складських операцій і показники продуктивності персоналу.

Технологічні міркування:

Сумісність з RFID: переконайтеся, що технологія RFID може взаємодіяти з існуючою інфраструктурою складу та іншими технологічними інструментами.

Потреби в апаратному забезпеченні: визначте типи RFID-міток і зчитувачів, необхідних для предметів одягу, враховуючи типи матеріалів і умови зберігання.

Відповідність і безпека:

Безпека даних: безпечно зберігання та обробка даних для захисту інформації клієнтів. Відповідність нормативним вимогам: відповідність галузевим стандартам і правилам безпеки та маркування продукції.

Щоб ефективно задовольнити ці вимоги, спілкуйтеся із зацікавленими сторонами, включаючи складський персонал, керівництво та ІТ-персонал, щоб зрозуміти їхні потреби та проблеми. Крім того, подумайте про проведення аналізу робочого процесу, щоб визначити вузькі місця процесу та області, які можуть отримати найбільшу користь від автоматизації. Мета полягає в тому, щоб розробити повну картину поточних операцій і те, як їх можна покращити за допомогою автоматизованої системи, адаптованої до конкретних потреб складу роздрібної торгівлі одягом.

## Економічне обґрунтування

Проведення техніко-економічного обґрунтування для аналізу рентабельності технології RFID передбачає вивчення початкових інвестицій, поточних операційних витрат, а також матеріальних і нематеріальних переваг, які дасть технологія. Щоб виправдати економічні інвестиції в технологію RFID, зазвичай проводять аналіз рентабельності інвестицій (ROI). Ось огляд того, як може бути структуроване таке дослідження:

Початкова інвестиція:

RFID-мітки та обладнання: розрахуйте витрати на придбання RFID-міток. Активні мітки дорожчі за пасивні, і ціни можуть змінюватись залежно від необхідного діапазону та обсягу пам'яті.

Зчитувачі та антени RFID: включіть вартість зчитувачів та антен, які будуть встановлені на всьому складі.

Встановлення та інтеграція: враховуйте витрати, пов'язані з установкою системи RFID та її інтеграцією з існуючими системами управління складом (WMS) або іншими ІТ-системами.

Навчання: врахуйте витрати на навчання складського персоналу та ІТ-персоналу для ефективного використання нової системи.

Експлуатаційні витрати:

Технічне обслуговування: Оцініть поточні витрати на технічне обслуговування обладнання RFID, включаючи потенційний ремонт або заміну.

Підписка на програмне забезпечення: якщо система RFID вимагає передплати на програмне забезпечення, включіть ці витрати до операційних витрат.

Праця: хоча очікується, що RFID зменшить витрати на оплату праці в довгостроковій перспективі, врахуйте будь-які додаткові потреби в персоналі, які можуть виникнути через технологію.

Переваги:

Точність інвентаризації: системи RFID зазвичай підвищують точність інвентаризації, що може зменшити дефіцит і надмірні витрати. Оцініть поточну вартість помилок інвентаризації та оцініть потенційну економію.

Ефективність праці: обчисліть поточні витрати на оплату праці, пов'язані з управлінням запасами, і спрогнозуйте очікувану економію завдяки підвищенню ефективності та автоматизації.

Зменшення усадки: оцініть поточні втрати через крадіжку або неправильне розміщення та оцініть зменшення усадки за допомогою кращого відстеження.

Ефективність ланцюга постачання: розгляньте переваги покращеної видимості ланцюга постачання, включаючи скорочення часу виконання замовлення та підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Економічне обґрунтування:

Розрахунок рентабельності інвестицій: обчисліть рентабельність інвестицій, поділивши чисті вигоди (загальні вигоди мінус загальні витрати) на загальні витрати та виразивши результат у відсотках.

Період окупності: Оцініть час, який знадобиться системі RFID, щоб окупити себе за рахунок економії коштів і підвищення ефективності.

Чиста теперішня вартість (NPV): дисконтуйте майбутні заощадження до поточної вартості для порівняння з початковими інвестиціями.

Внутрішня норма прибутку (IRR): обчисліть IRR, щоб визначити прибутковість інвестиції з часом.

Приклад розрахунку:

Припустімо, початкові інвестиції в систему RFID становлять 100 000 доларів США з поточними річними експлуатаційними витратами 10 000 доларів США. Якщо очікується, що система зменшить витрати на робочу силу на 30 000 доларів США на рік і витрати на запаси на 20 000 доларів США на рік, чиста річна економія становитиме 40 000 доларів США (30 000 доларів США + 20 000 доларів США - 10 000 доларів США).

$ROI = (\text{чисті річні заощадження} / \text{початкові інвестиції}) * 100$

$ROI = (\$40\,000 / \$100\,000) * 100 = 40\%$

Якщо очікується, що система працюватиме 5 років, загальна чиста економія становитиме 200 000 доларів США (40 000 доларів США \* 5 років), а період окупності становитиме приблизно 2,5 роки (100 000 доларів США / 40 000 доларів США на рік).

Цей спрощений приклад ілюструє, як компанія може обґрунтувати економічну доцільність впровадження технології RFID. Однак кожна складська операція унікальна, і для прийняття обґрунтованого рішення потрібен детальний індивідуальний аналіз.

## Проектування системи RFID

Розробка системи RFID, особливо для складських операцій із використанням портативних зчитувачів, виготовлених компанією TSL, і пасивних міток, включає нюансований підхід, який збалансовує покриття, вартість і можливості системи. Нижче наведено детальний аналіз міркувань і етапів розробки такої системи:

Розуміння RFID-міток і зчитувачів:

**Пасивні мітки:** пасивні RFID-мітки живляться від сигналу зчитувача, який індукує струм в антені мітки та живить мікрочіп, який потім передає сигнал назад на зчитувач. Ці теги легкі, менш дорогі та, як правило, мають менший діапазон зчитування, що робить їх ідеальними для управління запасами, коли предмети скануються з близької відстані.  
**Портативні зчитувачі:** ручні зчитувачі RFID від TSL – це портативні пристрої, які можна використовувати для зчитування тегів RFID. Ці зчитувачі є універсальними та можуть бути інтегровані з різними пристроями, такими як смартфони чи планшети, забезпечуючи гнучкість у різних робочих контекстах.

Вибір типу тегів RFID:

**Розгляд частоти:** пасивні мітки мають низьку частоту (LF), високу частоту (HF) і надвисоку частоту (UHF). УВЧ-мітки зазвичай використовуються в складських приміщеннях завдяки більшій дальності зчитування та вищій швидкості передачі даних.  
**Фактори навколишнього середовища:** враховуйте середовище, у якому використовуватимуться теги. Такі фактори, як наявність металу, рідини та перешкоди від інших радіочастотних пристроїв, можуть впливати на продуктивність RFID-міток.  
**Розташування тегів:** визначте оптимальне розташування тегів на предметах одягу, щоб забезпечити максимальну читабельність. Це може включати розгляд матеріалів одягу, оскільки певні матеріали можуть поглинати або відбивати радіочастотні сигнали.

Вибір портативних зчитувачів RFID:

**Сумісність із мітками:** переконайтеся, що вибрані портативні зчитувальні пристрої TSL сумісні з вибраними пасивними мітками RFID, зокрема щодо частоти та протоколу.  
**Ергономіка та використання:** оскільки працівники складу використовуватимуть ці зчитувачі, враховуйте вагу, ручку та зручність використання портативних пристроїв. Рідери повинні бути ергономічними і придатними для тривалого використання, не викликаючи втоми.

Захищений зчитувач UHF RFID 1128 Bluetooth® від TSL — це модульна високоефективна система для швидкого й точного відстеження активів. На відміну від інших мобільних зчитувачів RFID, зчитувач UHF RFID 1128 Bluetooth® можна з'єднати з

будь-яким мобільним пристроєм з підтримкою Bluetooth® без спеціального драйвера, пропонуючи максимальну функціональність, гнучкість і економічну ефективність. Ця універсальна система RFID повністю сумісна з корпоративними кишеньковими комп'ютерами, споживчими телефонами, MP3-плеєрами з сенсорним екраном, планшетами та ПК, що працюють під керуванням низки операційних систем, таких як Android, iOS та Windows.



Переваги 1128 BLUETOOTH® UHF RFID зчитувача

- Працює з БУДЬ-ЯКИМ пристроєм з підтримкою Bluetooth
- Модульна конструкція означає легку індивідуальну конфігурацію відповідно до ваших потреб
- Заощаджуйте гроші, використовуючи встановлену базу портативних терміналів
- Міцний – захищений від падінь, ударів, захист IP54 – але легкий
- Пристосовуйте стратегію BYOD без шкоди для продуктивності
- Протокол ASCII дозволяє швидко та легко розробляти персоналізовані програми.

#### ЛЕГКА ІНТЕГРАЦІЯ

Щоб спростити використання зчитувача UHF RFID 1128 Bluetooth®, TSL використовує стандартний протокол ASCII, який дозволяє виконувати практичний набір простих попередньо налаштованих команд локально в зчитувачі Bluetooth®. Командний режим ASCII забезпечує прямий доступ до функцій тегів RFID, таких як інвентаризація, читання та запис, за допомогою простих текстових команд. Використовуючи ці низькорівневі команди ASCII для створення кількох операцій з тегами, розробка спеціальних програм значно спрощується для швидкої та легкої інтеграції з іншими програмами, забезпечуючи ще більшу функціональність. Крім того, оскільки TSL використовує прості команди високого рівня, розробникам додатків не потрібно мати справу зі складнощами основного власного інтерфейсу програмування додатків (API). Такий підхід не тільки прискорює інтеграцію, але й зрештою забезпечує неперевершений рівень продуктивності.

#### НАЛАШТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМАНД

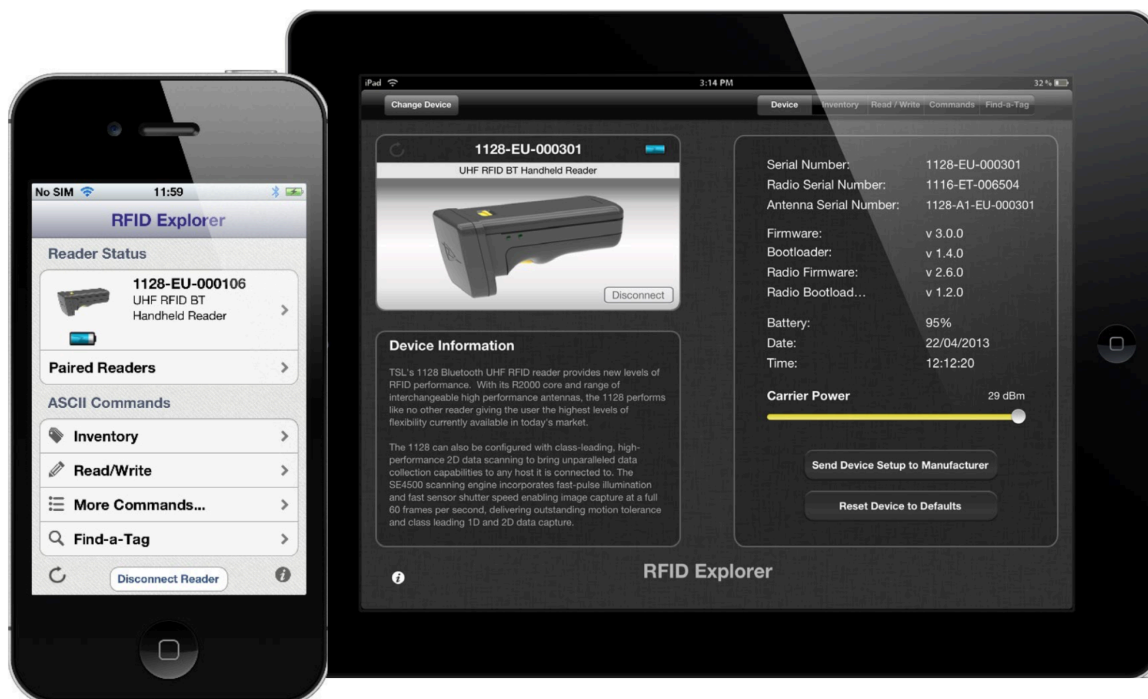
У той час як стандартні команди ASCII, доступні в потужному протоколі ASCII TSL, можна використовувати безпосередньо для виконання операцій з тегами, деякі розробники вважають за краще використовувати API (інтерфейс прикладного програмування). Компанія TSL вирішила цю вимогу, надавши безкоштовні комплекти розробки програмного забезпечення (SDK) для операційних систем iOS, Windows Mobile, Android™ і Windows Desktop. Побудований на основі унікального протоколу ASCII TSL, SDK надає потужний набір інструментів для справді спеціальних програм.

Наприклад, розробники можуть створювати програми для «реєстрації/виписки» активів, проведення «аудиту запасів» або «знаходження конкретних предметів» за допомогою зчитувача 1128 Bluetooth® UHF RFID і будь-якого мобільного пристрою з підтримкою Bluetooth. SDK включає структуру ASCII-команд TSL, довідкову документацію та зразки проектів, які демонструють, як виконувати багато звичайних операцій, необхідних для програм RFID, таких як інвентаризація, читання та запис на транспондери.

**Інтеграція програмного забезпечення.** Зчитувачі TSL часто постачаються з комплектами розробки програмного забезпечення (SDK), які забезпечують інтеграцію з програмами керування складом. Переконайтеся, що програмне забезпечення зчитувача можна легко інтегрувати з WMS для безперебійної роботи.

### ДОДАТОК RFID EXPLORER

Щоб допомогти користувачам отримати максимальну продуктивність і функціональність від 1128 Bluetooth® UHF RFID Reader, TSL пропонує додаток RFID Explorer. Ця безкоштовна програма для пристроїв на базі iOS і Android демонструє всі можливості та універсальність 1128 Bluetooth® UHF RFID Reader і потужного протоколу ASCII TSL. Програму RFID Explorer можна безкоштовно завантажити з iTunes® або Google Play™.



### ОСОБЛИВОСТІ RFID EXPLORER

- Інвентаризація – швидко генеруйте список унікальних тегів транспондерів поблизу та переглядайте підсумок операцій сканування.
- Читання/запис – перевірка інформації, що зберігається в банках пам'яті вибраного тегу, або створення власних тегів шляхом запису нової інформації до вибраного банку



пам'яті тегів. Використовуйте стенограму, щоб виявити базові параметри команд протоколу ASCII, які забезпечують ці операції.

- Команди – дивіться, як зчитувач виконує широкий вибір команд ASCII, одночасно переглядаючи всі деталі пакетів даних, надісланих і отриманих із пристрою. Запитуйте пристрій для зчитування такої інформації, як версії прошивки та апаратного забезпечення, інформацію про регіон, рівень заряду акумулятора та скануйте 1D та 2D штрих-коди.
- Знайти тег – знайдіть певний тег за допомогою портативного зчитувача за допомогою графічних зображень рівня потужності сигналу тега.

Проектування мережі зчитувачів і антен:

Зона покриття: визначте зони на складі, де використовуватимуться портативні зчитувачі. Це значною мірою залежатиме від планування складу та місць, де виконуються завдання з управління запасами.

Зони читання: створіть «зони читання», де персонал використовуватиме портативні зчитувальні пристрої. Ці зони – це зони, де відбуваються великі обсяги читання, наприклад приймальні доки, складські зони та станції пакування.

Підключення: переконайтеся, що портативні зчитувачі мають належне бездротове підключення в межах складу для передачі даних назад до центральної WMS.

Системна інтеграція та тестування:

Пілотне тестування: перед повним розгортанням проведіть пілотне тестування в контрольованій частині складу, щоб переконатися, що теги, зчитувачі та WMS працюють злагоджено.

Показники продуктивності: установіть показники продуктивності для оцінки ефективності системи RFID, такі як швидкість читання, точність і швидкість збору даних.

Навчання та впровадження:

Навчання персоналу: Проведіть комплексне навчання персоналу складу щодо правильного використання портативних зчитувачів RFID та процедур поводження з товарами з мітками RFID.

Розгортання: поступово розгортайте систему по всьому складу, вносячи корективи на основі відгуків і даних про продуктивність, зібраних під час пілотної фази.

Враховуючи ці фактори, ви можете розробити систему RFID, яка ефективно використовує можливості портативних зчитувачів RFID TSL і пасивних міток для покращення складських операцій. Важливо тісно співпрацювати з постачальниками технології RFID і проводити ретельне тестування, щоб переконатися, що система відповідає робочим вимогам складу.