

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Модель прийняття рішення для автоматизованого виробничого складу дрібних деталей
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи КТРСм-21-1

Кулик О. О.

(прізвище, ініціали)

Спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютер'но-інтегровані технології
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма Комп'ютеризовані та робототехнічні системи
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Невлюдова В. В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри КІТАМ

(підпис)

Невлюдов І. Ш.

(прізвище, ініціали)

2022 р.

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

«19» грудня 2022 р.

Кулик О.О.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
 Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 Тип програми Освітньо-професійна
 Освітня програма Комп'ютеризовані та робототехнічні системи
 (код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
 Зав. кафедри КІТАМ

 (підпис)

«_____» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Кулику Остапу Олеговичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модель прийняття рішення для автоматизованого виробничого складу дрібних деталей

Затверджена наказом по університету від 10.10.2022 р. № 740 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 23.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Функції системи для різних підрозділів складу(відділ алідації штрих-коду, відділ завантаження/розвантаження товару складської системи). Перелік використовуваних програмних засобів: ОС Microsoft Windows 10 та вище. Технічне забезпечення: ПК з МП Intel i5 та вище

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
Огляд предметної області та постановка задачі, застосування різних типів автоматизованих систем на складі, аналіз методів зчитування та відтовернення інформації, розробка рішень для вдосконалення ввиробничого складу, розробка структури алгоритмів системи складу, розробка програмного забезпечення, дослідження існуючих систем складу, рекомендації покращення складської системи за рахунок застосування існуючих технологій, тестування функціональності системи відносно персоналу

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій демонстраційний матеріал, представлений у форматі презентації PowerPoint (*.pptx) – 14 с.

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на виконання кваліфікаційної роботи	15.09.22	виконано
2	Визначення актуальності роботи, мети, предмета, об'єкта, та розробка завдань для досягнення мети	20.09 – 30.09.22	виконано
3	Аналіз літературних джерел	01.10 – 20.10.22	виконано
4	Вибір середовища розробки	20.10 – 15.11.22	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	15.11 – 06.12.22	виконано
6	Охорона праці	07.12 – 10.12.22	виконано
7	Оформлення додатків	11.12 – 13.12.22	виконано
8	Оформлення графічного та презентаційних матеріалів комп'ютерного захисту	14.12 – 16.12.22	виконано
9	Подання роботи на перевірку Інтернет-сервісом Unichesk	17.12-18.12.22	виконано
10	Подання роботи на рецензію	19.12.22	виконано
11	Подання роботи на підпис зав. кафедри	21.12.22	виконано
12	Подання кваліфікаційної роботи в ЕК	23.12.22	виконано

Дата видачі завдання 15.09.2022 р.

Студент _____ Кулик О. О.
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Невлюдова В.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 150 с., 45 рис., 5 табл., 4 дод., 33 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, WMS, БАЗА ДАНИХ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, СКЛАДСЬКІ СИСТЕМИ.

Мета роботи – покращення умов зберігання, відгрузки та погрузки дрібних деталей на виробничому складі.

Об'єкт дослідження – процес функціонування автоматизованого складу дрібних деталей.

Предмет дослідження – моделі та методи організації та керування автоматизованим складом дрібних деталей.

Методи дослідження – теорія прийняття рішень, імітаційне моделювання, методи системного і логічного аналізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- автоматизувати управління складом;
- дослідити різноманітні типи складських систем для створення автоматизованої складської системи дрібних деталей на виробництві.

У процесі виконання роботи було проведено аналіз існуючих складських систем у промисловості, розроблена лінійна та організаційна структурна схема складу. Розроблено алгоритми роботи складу для окремих працівників окремих відділів. Обрано програмне забезпечення, обрано середовище розробки. Розроблені додатки для персоналу, який буде використовуватися на різних місцях складу, залежно від відділу. Розроблено візуальний макет покращеної складської системи.

ABSTRACT

Explanatory note: 150 pp., 45 fig., 5 tabl., 4 adj., 33 sources.

AUTOMATION, WMS, DATABASE, SOFTWARE, WAREHOUSING SYSTEMS.

The purpose of the work is to improve the conditions of storage, shipment and loading of small parts in the production warehouse.

The object of research is the process of functioning of the work of the automated warehouse of small parts.

The subject of research is models and methods of organization and management of an automated warehouse of small parts.

Research methods – decision-making theory, simulation modeling, methods of systematic and logical analysis.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

- warehouse management automation;
- explore various types of warehouse systems to create an automated warehouse system for storing small parts.

In the course of the work, an analysis of the existing warehouse systems in the industry was carried out, a linear and organizational structure diagram of the warehouse was developed. Algorithms for warehouse work have been developed for individual employees of individual departments. The software is chosen, the development environment is chosen. Developed applications for staff to be used in different locations of the warehouse, depending on the department. A visual layout of the improved warehouse system has been developed.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	10
Вступ.....	11
1 Аналіз сучасних автоматизованих систем на складі.....	13
1.1 Огляд і аналіз існуючих систем організації і функціонування на складах. Вибір системи автоматизації для виробничого складу дрібних деталей	13
1.1.1 Автоматизація виробничих процесів.....	13
1.1.2 Система управління складом (WMS) її характеристика та застосування	15
1.1.3 Автоматизовані системи зберігання та пошуку (AS/RS)	17
1.1.5 Транспортні (конвеєрні) стрічки.....	22
1.2 Огляд і аналіз існуючих шлюзових систем складу. Вибір шлюзової системи для автоматизації виробничого складу дрібних деталей.....	26
1.2 Розглянення засобів організації збереження дрібних деталей.....	30
1.3 Аналіз методів зчитування та відтворення інформації	33
1.3.1 Штрих-коди.....	34
1.3.2 Сканери штрих-кодів.....	38
1.3.3 Принтери для штрих-кодів.....	41
1.4 Постановка задачі дослідження.....	43
2 Розробка структури та алгоритмів системи складу.....	45
2.1 Огляд різноманітних структур управління виробництвом на складі	45
2.2 Лінійна структура складу.....	46
2.3 Загальна структура складу	48
2.4 Організаційна структура складу	49
2.5 Схема алгоритму роботи складу.....	52
2.6 Висновки до другого розділу	56
3 Розробка моделі прийняття рішень для вдосконалення складу дрібних	

деталей	58
3.1 Задачі виробничого складу	58
3.1.1 Характеристика основних складських зон	58
3.1.2 Керування запасами на складі.....	66
3.2 Розробка автоматизованої системи для виробничого складу дрібних деталей за рахунок застосування існуючих технологій	69
3.3 Функціонування системи відносно персоналу	72
3.3.1 Відділ з валідності штрих-коду	72
3.3.2 Відділ з завантаження/розвантаження товару складської системи	75
3.4 Висновки до третього розділу	82
4 Розробка програмного забезпечення для автоматизованої системи виробничого складу дрібних деталей	84
4.1 Середовища розробки	84
4.1.1 Мультиплатформенний фреймворк розробки «Qt».....	84
4.1.2 MySQL Workbench.....	85
4.1.3 C# Windows Forms Applications	86
4.1.4 Бібліотека Zxing та Zbar	88
4.2 Проектування бази даних.....	89
4.2.1 Опис сутностей в БД	89
4.2.2 Фізична модель БД.....	89
4.2.3 Розробка збережених процедур	92
4.2.3.1 Створення системи перетворення словесного типу даних у числовий.....	92
4.2.3.2 Створення автоматичної системи складування товару	94
4.3 Порядок розробки програмного забезпечення.....	95
4.3.1 Підключення БД до додатків	96
4.3.2 Програмування окремих кнопок для отримання потрібного результату	98
4.4 Забезпечення безпеки умов праці складського персоналу.....	101
4.4 Висновки до четвертого розділу.....	105

Висновки.....	106
Перелік джерел посилання	108
Додаток А Лістинг коду на фреймворці «Qt».....	112
Додаток Б Лістинг коду на мові програмування с#	119
Додаток В Демонстраційний матеріал.....	136
Додаток Г Відомість кваліфікаційної роботи	150

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління;

БД – база даних;

ГВС – гнучкі виробничі системи;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СУБД – система управління базами даних;

AS/RS – automated storage/retrieval System (автоматизована система зберігання та пошуку);

EAN – european article number (європейський номер артикулу);

P2G – person to goods (людина до товару);

WMS – warehouse management system (система управління складом).

ВСТУП

Автоматизована система управління (АСУ) має на увазі комплекс програмних і апаратних заходів і засобів, що дозволяють скоротити кількість персоналу і поліпшити роботу систем. Ця система не є автоматичною, тобто для її реалізації і нормальної роботи потрібна людська участь.

Головним призначенням АСУ є підвищення продуктивності об'єкта, зростання ефективності його управління, а також вдосконалення методів планування процесів управління.

Модель – це представлення об'єкта чи системи ідеї у деякій формі відмінної від самої цілісності. Вона є упрощеним зображенням конкретної життєвої (управлінської) ситуації. Іншими словами, у моделях певним чином відображаються реальні події, обставини тощо.

Управлінські рішення, як правило, приймаються за умов високої невизначеності, дефіциту інформації, тому суб'єкт управління не завжди може об'єктивно встановити критерії оцінювання та пріоритети їх важливості. Така спрощена модель описує найважливіші характеристики проблеми, використовуючи обмежену кількість критеріїв. Перевага зазвичай надається тому рішенню, яке вже відоме суб'єктам управління і дало прийнятні результати.

Сучасне програмне забезпечення (ПЗ) дозволить розширити ланцюжок поставок, налагодити управління запасами, обробку та виконання замовлень у відповідність до сучасних методів закупівель, забезпечить доступність усіх запасів у реальному часі – за допомогою встановлених персональних комп'ютерів (ПК), або смартфона, або веб-браузера.

Також управління замовленнями за допомогою баз даних (БД) сервера дає учасникам ланцюжків поставок можливість контролювати запаси та операції у реальному часі, незалежно від того, якими технологічними рішеннями користуються для покупок їх замовники. Програмне забезпечення

дозволяє за рахунок впровадження її, керувати оптимізуванням витрат, оскільки підприємствам більше не доведеться сплачувати за дороге обслуговування та модернізацію.

Поліпшення супроводу замовників та скорочення термінів обробки та виконання замовлень створює позитивні враження у покупців та сприяє успіху бізнесу. Замовники можуть робити покупки будь-коли і звідки завгодно.

Налаштоване ПЗ потрібно використовувати на автоматизованій складській системі, яка являє собою комплексні розв'язування задач для спрощення процесу зберігання та вилучення значних обсягів вантажу у складських приміщеннях. Системи включають ряд керованих програмних пристроїв, здатних розміщувати і витягувати вантаж. Автоматичні системи дозволяють оперувати різними видами і типами розмірів стандартних і нестандартних вантажів.

Мета роботи – покращення умов зберігання, відгрузки та погрузки дрібних деталей на виробничому складі.

Об'єкт дослідження – процес функціонування автоматизованого складу дрібних деталей.

Предмет дослідження – моделі та методи організації та керування автоматизованим складом дрібних деталей.

Методи дослідження – теорія прийняття рішень, імітаційне моделювання, методи системного і логічного аналізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- автоматизувати управління складом;
- дослідити різноманітні типи складських систем для створення автоматизованої складської системи дрібних деталей на виробництві.

Пояснювальну записку оформлено згідно з рекомендаціями та вимогами ДСТУ 3008:2015 [1], методичними вказівками [2] – [3].

Результати кваліфікаційної роботи використовувались в ході проведення VI-ої Міжнародної Науково-практичної Конференції «Актуальні проблеми сучасної науки, суспільства та освіти» [4]

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ НА СКЛАДІ

1.1 Огляд і аналіз існуючих систем організації і функціонування на складах. Вибір системи автоматизації для виробничого складу дрібних деталей

1.1.1 Автоматизація виробничих процесів

Взагалі автоматизація виробництва – це процес, у якому функції з управління виробництвом і контролю над ним, раніше виконувані людиною, передаються приладам і автоматичним пристроям. Автоматизація – це основа розвитку сучасної промисловості, генеральний напрямок науково-технічного прогресу. Мета автоматизації виробництва полягає у підвищенні ефективності праці, поліпшенні якості продукції, що створюється, у створенні умов для оптимального використання всіх ресурсів виробництва.

Автоматизоване виробництво виникло у деяких галузях промисловості вже на початку 20 ст. в основному на таких виробничих ділянках, де технологія взагалі не може бути організована по-іншому.

Етапи розвитку автоматизації виробництва визначаються розвитком засобів виробництва, електронно-обчислювальною технікою, науковими методами технології та організації виробництва.

В автоматизованому виробництві робота обладнання, агрегатів, апаратів, установок відбувається автоматично за заданою програмою, а робітник здійснює контроль за їх роботою, усуває відхилення від заданого процесу, проводить налагодження автоматизованого обладнання.

Автоматизація виробничих процесів – це сукупність заходів для впровадження високопродуктивних автоматично діючих засобів виробництва, які б забезпечили високу якість і максимальну продуктивність.

Автоматизація виробничих процесів має важливе значення на

сучасному етапі розвитку машинобудування при становленні ринкових відносин. Основою виробничих процесів є автоматизовані технологічні процеси механічної обробки та складання, які забезпечують високу продуктивність та необхідну якість виробів, що виготовляються.

Автоматизація проектування технології та управління виробничими процесами – один з основних шляхів інтенсифікації виробництва, підвищення його ефективності та якості продукції.

Основним напрямком автоматизації в машинобудуванні була автоматизація процесів обробки, контролю та складання. Перспективним є автоматизація в підготовчих, ливарних, ковальських та інших допоміжних дільницях, що значно полегшує та підвищує рівень культури праці. Високоєфективною також є автоматизація завантажувальних і розвантажувальних технологічних операцій, накопичення міжопераційного запасу.

Характерною ознакою сучасного виробництва є часта змінюваність виробів. При цьому вимоги до продуктивності в умовах дрібно- та середньосерійного виробництва значно зростають. Суперечності вимог мобільності та продуктивності знаходять дозвіл на створення гнучких виробничих систем (ГВС). Висока ефективність виробництва досягається раціональним поєднанням обладнання, організацією транспортних операцій та управління ГВС.

У роботизації став з'являтися новий підхід, а саме: від транспортно-завантажувальних роботів до технологічних. У конструкціях роботів використовуються підвісні конструкції, поворотні ланки, електромеханічні приводи і т.д.

Використання гнучких виробничих систем та технологічних модулів дозволяє виготовляти деталі у будь-якому порядку та варіювати їх випуск залежно від виробничої програми, скорочує витрати та час на підготовку виробництва, підвищує коефіцієнт використання обладнання, змінює характер роботи персоналу, підвищуючи питому вагу творчої,

висококваліфікованої праці.

Тенденцією сучасного етапу автоматизації проектування є створення комплексних систем автоматизованого проектування та виготовлення, що включають конструювання виробів, технологічне проектування, підготовку керуючих програм для обладнання з програмним управлінням, виготовлення деталей, збирання вузлів та машин, упаковку та транспортування готової продукції [5].

1.1.2 Система управління складом (WMS) її характеристика та застосування

Warehouse Management System (WMS) – це складний пакет програмного забезпечення, який допомагає керувати запасами, місцями зберігання та робочою силою, щоб забезпечити швидкий вибір, упаковку та відправку замовлень клієнтів. Типовий WMS знає про кожен товар на складі, його фізичні розміри, як він упакований постачальником, усі місця зберігання на складі, а також їхні адреси та фізичні розміри. Маючи ці знання, WMS керує потоками людей, машин і продуктів.

WMS отримує замовлення клієнтів і перетворює їх на списки вибору, організовані для легкого пошуку: у замовленнях клієнтів елементи відображаються в довільній послідовності, як і список покупок, який можна скласти протягом тижня. Коли настане час робити покупки, можливо, варто змінити порядок записів для зручності.

Нарешті, WMS відстежує складання кожного замовлення клієнта.

Сфера застосування WMS зростає, оскільки вона набуває нових обов'язків, таких як впровадження новоприбулого продукту та розподіл доступних місць, координація складання замовлень клієнтів відповідно до графіків доставки, відстеження продуктивності працівників тощо на. Він навіть може спілкуватися з іншим спеціалізованим програмним забезпеченням, таким як Yard Management Systems (YMS), яке координує рух

повних і порожніх причепів у дворі (своєрідний склад причепів). Нарешті, WMS може надавати зведені дані навіть більша система управління ланцюгом поставок, яка планує та координує рівень запасів і транспортування від виробника до клієнта.

Саме завдяки контролю, який забезпечують програмні системи, такі як WMS, темпи ланцюжка поставок значно прискорилися протягом останніх 20 років. Точно контрольований продукт рухається швидше, що означає, що клієнти отримують кращий сервіс і з меншими запасами в системі.

Найбільш фундаментальною можливістю WMS є запис отримання інвентаризації в складу та оформити його відправлення. Це є основоположним, оскільки воно керує основними фінансовими транзакціями: квитанція керує оплатою рахунків постачальникам на початку, а доставка керує надсиланням рахунків-фактур вантажоодержувачу. Це основа, з якої виросли сучасні комплексні WMS.

Також значним збільшенням функціональності є додавання системи пошуку запасів. По суті, це можливість керувати інвентаризацією місць зберігання на додаток до інвентаризації продукту. Завдяки цій можливості програмна система може робити більше, ніж ініціювати фінансові транзакції, але, нарешті, може підтримувати складські операції, спрямовуючи складську діяльність до/з місць зберігання.

Крім того, WMS також має відстежувати інвентаризацію місць зберігання в склад. Хороший WMS відстежуватиме кожне місце, де може бути цей продукт, аж до вил окремих вилоквих навантажувачів. Можливість керувати інвентаризацією місць зберігання робить можливою найбільш фундаментальну можливість WMS, яка є системою пошуку запасів, яка підтримує спрямоване розміщення та направлений комплект.

Щоб відстежувати діяльність складу в режимі реального часу, база даних повинна підтримувати транзакції обробки, що означає, що база даних може зберігати свою цілісність, незважаючи на наявність оновлюються одночасно з кількох джерел (купівля, отримання, комплектування,

відправлення тощо).

Ядром системи управління складом (WMS) є база даних номерів і система пошуку запасів, щоб можна було керувати як інвентаризацією товарів так і інвентаризацією місць зберігання.

Існують значні можливості для економії робочої сили, якщо система буде розширена, щоб включити системи для прямого отримання/складування та/або комплектування замовлень. Додаткові системи доступні для контролю дедалі дрібніших деталей на складі, а також подій, що відбуваються далі в ланцюжку постачання [6].

З метою зниження рівня автоматизації виробничих підприємств відстеження в режимі реального часу та автоматичний доступ до складів реалізовано шляхом розробки ПЗ для управління складом. Фактичне застосування свідчить про підвищення рівня автоматизації та ефективності управління виробничими підприємствами.

Управління даними стало найважливішим фактором оптимізації баз даних. Завдяки швидкому розвитку інформаційних технологій сьогодні дуже легко збирати і зберігати величезну інформацію за низьку вартість. Для вирішення цієї проблеми розроблено методи оптимізації бази даних, яка в іншому випадку може обмежити продуктивність бази даних. У цій статті ми обговорюємо аспекти ефективності оптимізації, пов'язані з доступом до даних у базі даних, щоб забезпечити швидкий пошук у цій базі даних.

1.1.3 Автоматизовані системи зберігання та пошуку (AS/RS)

Автоматизована система зберігання та пошуку (AS/RS) є основною категорією обладнання для обробки матеріалів. Існує два основних типи: одиничне навантаження AS/RS і міні-навантаження AS/RS. AS/RS у більшості випадків складається з конвеєрів, стелажів для зберігання (SR) і автоматичних машин для зберігання/вилучення (S/R). Хоча вони зазвичай передбачають високі інвестиційні витрати, автоматизовані сховища мають

сенс у країнах з дорогою землею або на конкурентних ринках. Якщо швидка доставка і точність у виконанні замовлення надзвичайно важливі, вони можуть переважити високі початкові інвестиції.

Автоматизована система зберігання та пошуку (AS/RS) – це поєднання обладнання та засобів керування, які обробляють, зберігають і вилучають матеріали за потреби з точністю, та швидкістю за певного рівня автоматизації. Системи варіюються від менших АСУ до більших комп'ютеризованих систем зберігання/пошуку, повністю інтегрованих у процес виробництва та/або розподілу.

Існує постійне прагнення до максимізації ефективності систем транспортування та зберігання матеріалів. Це обумовлює необхідність використання методів моделювання для аналізу матеріальних потоків. Моделювання процесів дозволяє детально проаналізувати окремі елементи та весь ланцюг матеріального потоку. Перевага моделювання перед аналітичними методами полягає в тому, що воно дає набагато точніші результати, а також не вимагає дорогих і тривалих тестувань і підтверджень результатів, отриманих в умовах експлуатації. Моделювання пропонує широкі можливості, особливо тому, що воно дозволяє вивчати процеси, які можуть відбуватися в теоретичних умовах, а також ті, що існують у реальних випадках.

Оскільки сучасні AS/RS стають все більш складними, їх проектування та оптимізація за допомогою традиційного аналізу дизайну та процесів є надзвичайно вимогливою. Як можна було побачити в обговоренні, допустима помилка є досить високою, і планувальники AS/RS, використовуючи цю модель, можуть досягти значної економії інвестицій, часу та споживання енергії. Після створення системи AS/RS будь-які організаційні зміни чи зміни в макеті надзвичайно складні, а часто й неможливі, приведено нижче на малюнку (рис. 1.1). Навіть якщо зміни вдасться внести, вони, напевно, будуть дуже дорогими. Тому дуже важливо ретельно спланувати систему на початковому етапі планування.

Подальші вдосконалення представленої моделі можливі шляхом додавання більшої кількості змінних і обмежень, щоб досягти більшої точності шляхом усунення надлишкових рішень. Модель може бути модифікована для оптимізації AS/RS з SR подвійної глибини, оскільки жодна подібна модель не реалізує цикли для SR подвійної глибини. Можна провести порівняння результатів між AS/RS з різними глибинами, щоб побачити, як глибина SR впливає на тривалість циклу, витрати та енергоспоживання [7].

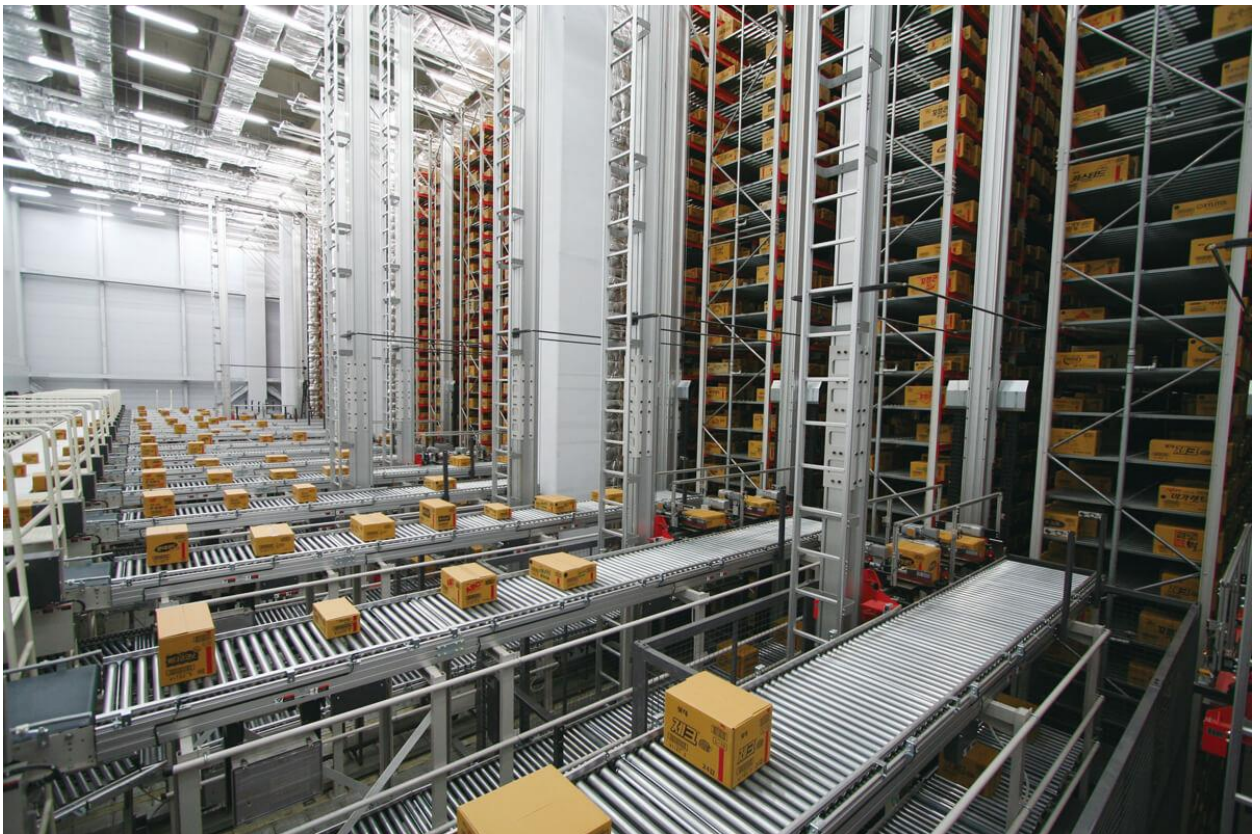


Рисунок 1.1 – Зображення складу з автоматизованою системою зберігання та пошуку (AS/RS)

1.1.4 Автоматизовані човникові системи (Shuttle-Systems)

Човникові (або «шатл») системи – це автоматизовані системи зберігання та пошуку, засновані на автономних транспортних засобах, що переміщуються в системі стелажів для зберігання. Існують різні конфігурації човникових систем, які відрізняються осями руху транспортних засобів. Деякі конфігурації дозволяють отримувати збережені одиниці в заданій послідовності безпосередньо із системи зберігання. Постачання ділянок комплектування в послідовності замовлення клієнта або виробничих ділянок у послідовності виробництва є прикладом вимоги постачати складські товари в певній послідовності.

Використовуються для зберігання невеликих одиничних вантажів для комплектування або виробничих ділянок за принципом «товар до людини». Човникові системи характеризуються горизонтально діючими транспортними засобами, які рухаються всередині залізничної системи на кожному ярусі зберігання, завершуючи транзакції зберігання та пошуку. Вони пропонують більшу пропускну здатність і кращу масштабованість, ніж звичайні автоматизовані системи зберігання та пошуку (AS/RS) на основі штабелеукладальних кранів.

Нещодавня технологія – система зберігання та пошуку на основі Shuttle (SBS/RS), розроблена для високої пропускну здатності транзакцій. Цей новий дизайн створено завдяки зростаючим тенденціям до більшої різноманітності продукції та короткого часу відгуку. SBS/RS також розроблено як альтернативу системі зберігання та пошуку з міні-навантаженням на базі кранів (CBAS/RS). Типовий SBS/RS – це автоматизована конструкція складського приміщення, де шатли можуть пересуватися лише в межах одного ярусу, а кожен проход має підйомний механізм (рис. 1.2). Основна перевага цієї системи полягає в тому, що вона легка (енергоефективна) і має високу пропускну здатність через наявність спеціального шатла на кожному ярусі проходу. Шатли перевозять вантажі в

сумках, тому ця система також відома як автоматизований склад із товарами.

У SBS/RS до системи надходять два типи транзакцій – зберігання та пошук. У транзакції зберігання транзакція надходить до точки введення/виведення, яка знаходиться на першому рівні рівня. Якщо цільове місце зберігання не на першому рівні, транзакція запитує підйом для переміщення до цільового рівня. Підйомник скидає вантаж у буферному місці цільового ярусу, а потім човник підбирає вантаж, щоб зберігати його в призначеному відсіку для зберігання. У транзакції пошуку шаттл дістає вантаж із стійки для зберігання та переносить його до буферного розташування на своєму рівні. Якщо транзакція не розташована на першому рівні, навантаження запитує підйом і переміщується на перший рівень рівня – тобто розташування вводу/виводу – для скидання. Отже, передбачається, що всі транзакції зберігання надходять до точки вводу-виводу, а всі транзакції пошуку закінчуються в точці вводу-виводу [8].

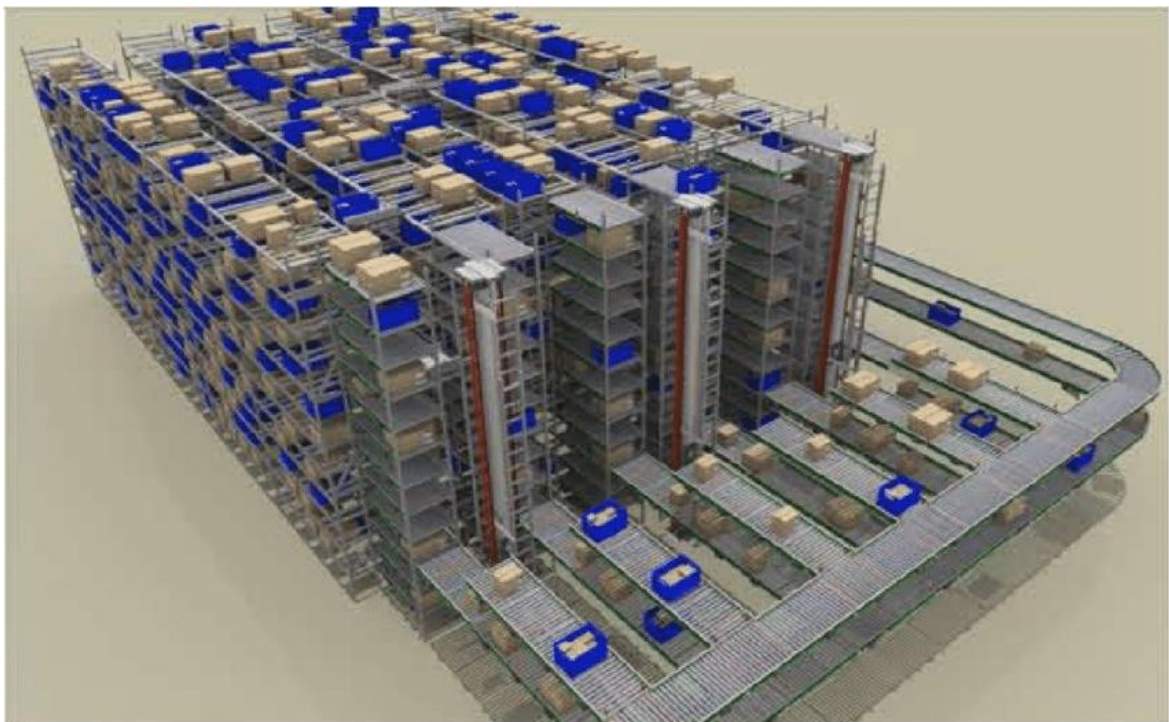


Рисунок 1.2 – Зображення складу з човниковим сховищем та системою пошуку (SBS/RS)

1.1.5 Транспортні (конвеєрні) стрічки

Стрічкові конвеєри являють собою інтегрований трансмісійно-несучий механізм, довжина якого іноді досягає кількох тисяч метрів. У традиційному проектуванні та аналізі стрічкових конвеєрів вібрацію та удар зазвичай ігнорують і розглядають лише статичну конструкцію. Однак, щоб забезпечити безпеку роботи конвеєра для цього обмеженого аналізу, розробники повинні збільшити коефіцієнт безпеки, що збільшує витрати на виробництво. Багато дослідницьких груп проводили динамічний аналіз великих стрічкових конвеєрів, щоб знизити витрати на виробництво та оптимізувати продуктивність конвеєра.

Однак, модульна пластикова конвеєрна стрічка суттєво змінила конвеєрну промисловість і багато виробничих процесів.

Модульна пластикова стрічка є чудовою альтернативою тканинній конвеєрній стрічці для різних промислових застосувань.

Оригінальний продукт був розроблений для вирішення проблем відстеження стрічки, корозії та санітарії. Подальший технологічний прогрес дозволяє переробникам транспортувати товари з меншим обслуговуванням і кращою ефективністю.

Модульні стрічкові конвеєри виступають серединою між ланцюговими конвеєрами та стрічковими конвеєрами. Як видно з назви, модульний стрічковий конвеєр – це плоский стрічковий конвеєр, який складається з окремих, довгих і вузьких сталевих або пластикових модулів, які зазвичай з'єднуються між собою за допомогою шарнірних стрижнів для створення безперервної стрічки.

Залежно від стилю, звичайний ремінь від 0,6 м до 15 м використовує від 600 модулів до 4000 модулів. Ця модульна стрічка керується ланцюговими зірочками: корінна рама конвеєра побудована на стандартних профільних опорах. Вони найкраще підходять для компонентів конвеєра або упакованих матеріалів у виробничих зонах на заводах.

Проте, на відміну від ланцюгових конвеєрів, ця конструкція є технічно більш простим рішенням, а також менш потребує обслуговування. Деякі спеціалізовані застосування модульного пластикового стрічкового конвеєра включають:

- складський розподіл;
- складальні лінії;
- пакувальні лінії;
- об'єднання або маршрутизація лотків;
- сушіння або охолодження;
- системи виділення;
- зневоднення.

Визначальною особливістю продажу модульного пластикового ременя є його здатність відстежувати. На відміну від тканинних ременів, рух яких залежить від тертя, модульні пластикові ремені засновані на позитивному приводі. Це вказує на те, що послідовність зірочок зчеплюється з нижньою стороною пасів, щоб штовхати їх вперед.

Це позитивне зачеплення, яке полягає в тому, що зубці зірочки вставляються в окремі кишені на нижній стороні ременя, забезпечує відстеження ременя. Як і у випадку з синтетичними пасами, розробник конвеєрної стрічки повинен дотримуватися інструкцій виробника стрічки щодо конструкції приводної зірочки [9].

Використання правильної кількості місць розташування та зірочок забезпечує найкращу продуктивність конвеєра та стрічки. Крім того, концепція позитивного приводу забезпечує більш гнучкий і зручний дизайн.

Пластикові модульні стрічкові конвеєри – це конвеєрні системи з відносно низьким натягом у порівнянні зі стрічками з синтетичної тканини (які потребують достатнього натягу для роботи фрикційного приводу). Менший натяг дозволяє використовувати меншу кількість шківів. Пластикові модульні стрічки також надають більшу свободу проектування, дозволяючи інженерам визначати розміри конвеєрів з більшою широтою (рис. 1.3).

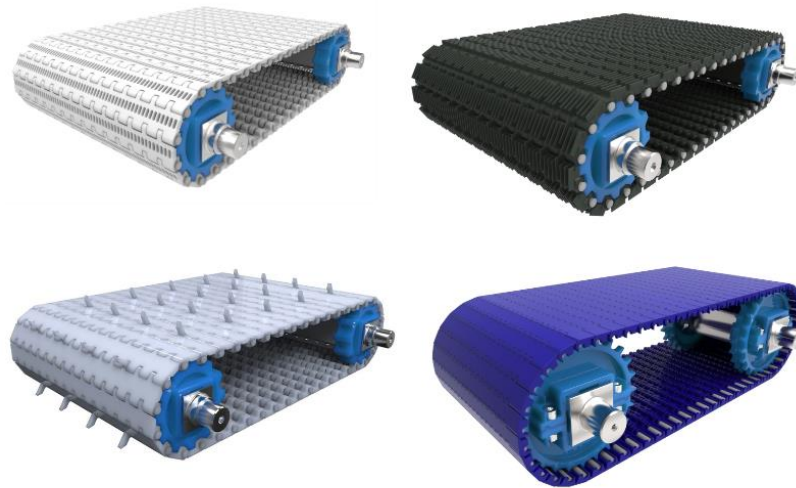


Рисунок 1.3 – Зображення різноманітних видів пластикової модульної стрічки

Модульні пластикові стрічки випускаються в різних варіантах, найбільш поширеними є поліетиленові, поліпропіленові та ацетальні термопласти:

а) поліетилен ідеально підходить для нижчих температур (можна використовувати при температурах до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) і значно впливає на гнучкість і міцність. Має відмінну хімічну стійкість до лугів і кислот. Однак він не підходить для абразивних умов;

б) поліпропілен має хорошу хімічну стійкість до кількох лугів, кислот, спиртів і солей. Це відносно потужний матеріал зі значною стійкістю до втоми (при повсякденному використанні). Тим не менш, він не підходить для застосування з низькою температурою, де він стає трохи крихким. Поліпропілен доступний у стійкому до УФ-променів і вогнестійкому варіанті;

в) ацетальні термопласти, які вважаються значно міцнішими за поліетилен і поліпропілен, мають хороший баланс теплових, хімічних і механічних властивостей та мають менший коефіцієнт тертя.

Основні переваги використання пластикових модульних стрічок:

а) довговічність. Модульні пластикові стрічки найбільш відомі своєю довговічністю. Довговічність пластику над іншими матеріалами ременів також дає модульним ременям перевагу перед багатьма різними варіантами щодо стійкості до зношування, навантаження та стійкості до важких умов;

б) недорогий. Пластик є більш недорогою альтернативою спеціальним стрічкам;

в) легкий монтаж. Модульні пластикові стрічки вимагають набагато менше роботи та зусиль для встановлення, ніж сталеві, будь то вигнуті, прямолінійні чи спіральні;

г) швидке та легке очищення. У таких сферах застосування, як фармацевтика чи харчова промисловість, де вимогливий стандарт стерилізації чи чистоти має вирішальне значення, модульні пластикові конвеєри легше дезінфікувати та очищати, ніж багато інших;

г) швидкий ремонт, невеликі простоя. З часом ремені можуть вимагати ремонту. За допомогою модульних пластикових ременів заміна пошкоджених або зношених деталей проста і швидка;

д) менша вага, менше енергії. Вони відрізняються низьким натягом у всій системі, особливо в радіусних застосуваннях. Крім того, оскільки вони легші, менша вага дозволяє використовувати менші двигуни, що призводить до менших рахунків за електроенергію;

е) без ризику почорніння. Пластик не страждає від ефекту хімічної властивості «почорніння», зокрема від сталі;

є) індивідуальні проекти. Вони забезпечують швидке обслуговування, тривалий термін служби, підвищену ефективність і надійність, легке очищення та менше споживання енергії.

Але також є і свої не критичні недоліки:

а) високі витрати. Пластикові модульні стрічки та їхні конвеєри вважаються дорогими, ніж інші типи конвеєрів через те, як стрічки були винайдені не так давно;

б) не підходить для певних матеріалів. Модульні стрічкові конвеєри непридатні для транспортування порошкоподібних або сипких гранульованих матеріалів;

в) не може перевозити важкі вантажі на великі відстані. Загалом, модульні стрічкові конвеєри використовуються для перевезення невеликих вантажів і непридатні для дуже великих відстаней без з'єднання кількох конвеєрів [10].

На сьогодні, ці два стилі стрічки є лідерами в галузі, мають різні плюси та мінуси, що робить їх придатними для одних застосувань і непридатними для інших. Інженери заводу та проектувальники повинні завжди обговорювати порівняльні переваги та недоліки з обізнаним виробником стрічки або представником конвеєрної фірми, а потім вибирати розумно.

1.2 Огляд і аналіз існуючих шлюзових систем складу. Вибір шлюзової системи для автоматизації виробничого складу дрібних деталей

AS/RS передбачають використання керованих комп'ютером підйомно-транспортних пристроїв, які розміщують вироби на складі та витягують їх звідти командою. Різні компанії використовують їх з основною головною метою – виключення ручної праці, що дозволить заощадити складські площі, прискорити складські операції і поліпшити контроль за матеріально-технічними запасами.

Компанія «Bastian Solutions» застосовує ці системи для автоматичного транспортування піддонів або інших великих вантажів до місць зберігання та з них. Кран-штабелер рухається між складськими стелажми, вгору та вниз по проходу, а вантажопідйомний пристрій або візок рухається вгору та вниз по високій щоглі крана, щоб досягти потрібної висоти полиці [11].

Конфігурація їх системи складається з місткості на одному стелажі 1-3 вантажу, щоб збільшити щільність зберігання, таким чином виконаним за

рахунок системи крана, яка висувається на певну довжину.

Така система дозволяє (виходячи з їх візуальної пропозиції) зберігати на одній стороні приблизно 310 одиниць товарів і 620 відповідно на двох сторонах однакового за габаритами товару (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Складська система компанії «Bastian Solutions»

Компанія «Daifuku» робить акцент на збільшення сторони складської системи по ширині, за рахунок використання 6 конвеєрів і трьох кранів (1 кран на 2 конвеєри з однієї і іншої сторони). Використовує 9 поверхів і 31 ділянку, що дозволяє в загальній сумі зберігати 1650 одиниць товару одного і того ж габариту [12] (рис. 1.5).

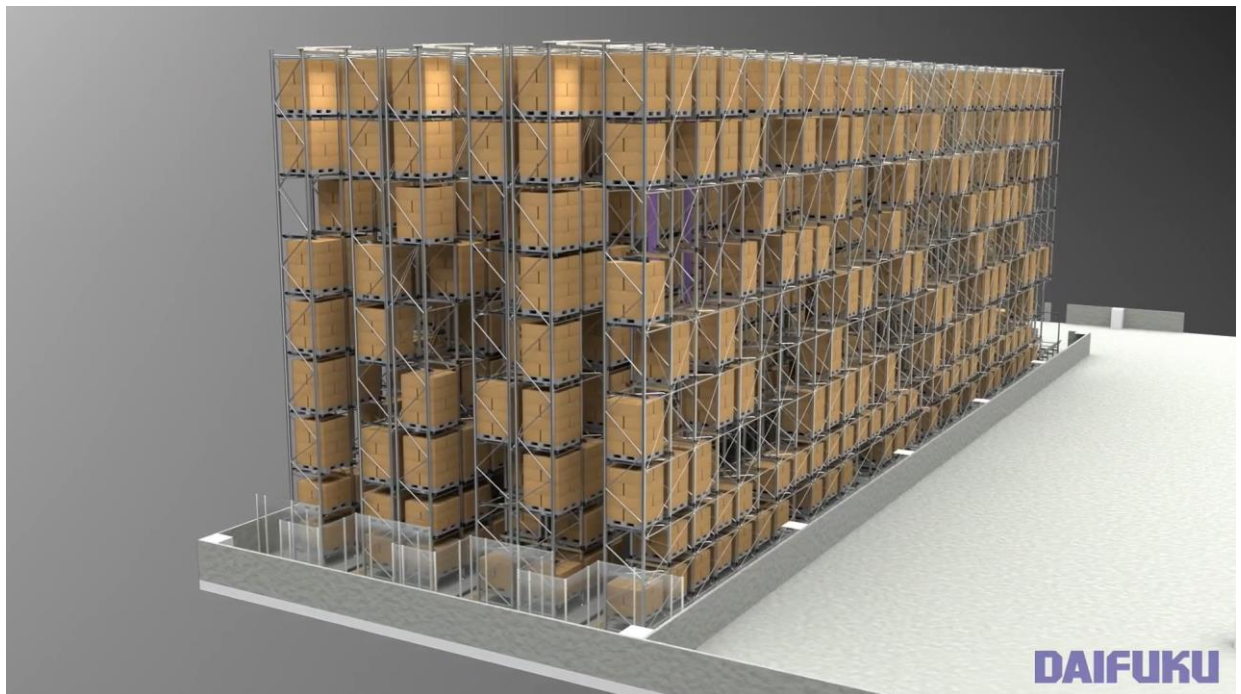


Рисунок 1.5 – Складська система компанії «Daifuku»

Компанія «Kardex» являє собою вертикальний буферний модуль за допомогою контейнерів для завантаження дрібних товарів, що має поверховість у 15 поверхів (перші 7 для одного типу контейнерів, інші 8 для іншого) і 17 відсіків, що дозволяє зберігати приблизно 510 контейнерів [13].

Ця складська система займає набагато менше місця, ніж габаритні AS/RS. Також компанія надає доступ до розширеної складської системи, просто додаючи додатковий блок складської системи, що дозволяє інтегруватися в існуючі процеси та підключається до різних клієнтів хост-систем (рис. 1.6).

Проаналізувавши різні аналогічні шлюзові системи зберігання товару, можна помітити одну тенденцію – це завантаження на стелаж на одну сторону та на другу, тобто об'єм займаної продукції обмежується через те, що у системи немає доступу до отримання кількох товарів з однієї сторони.

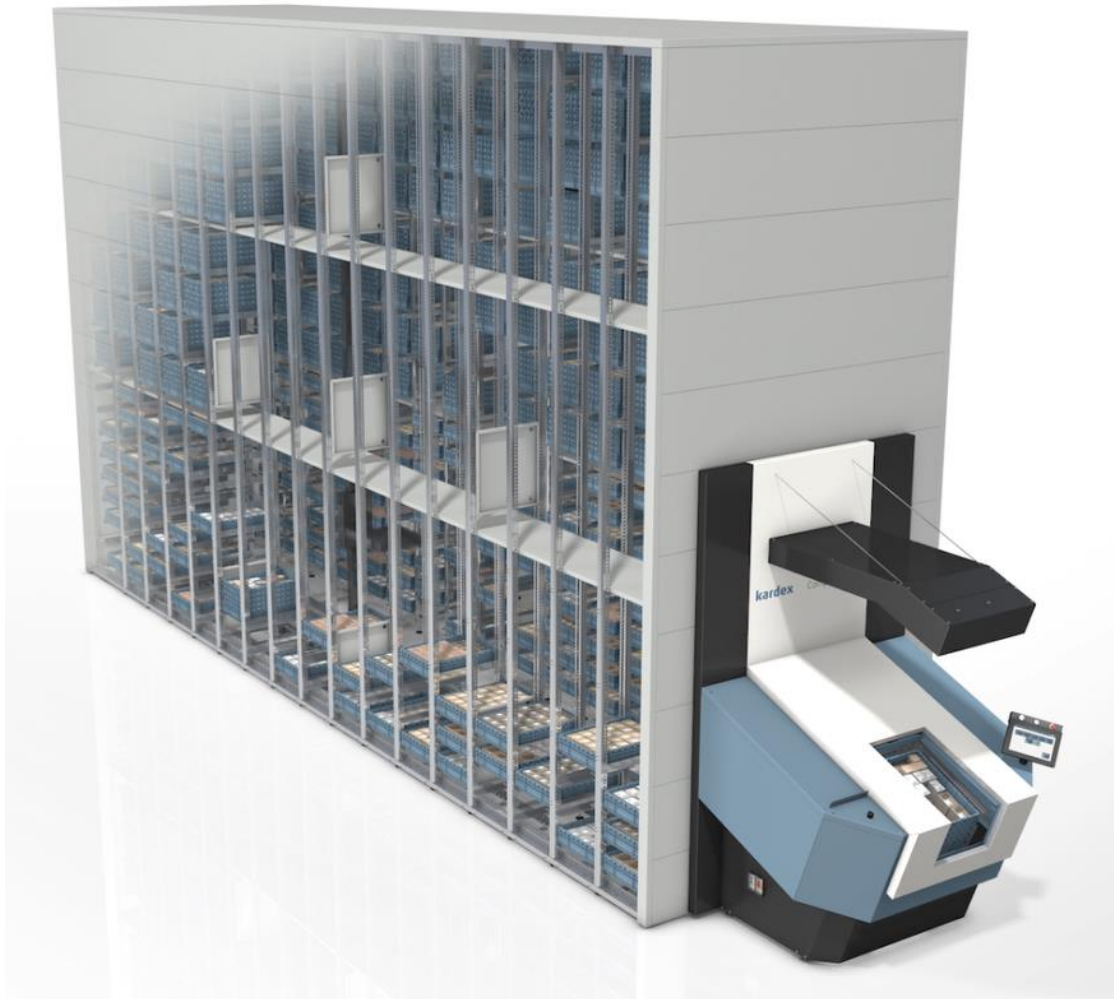


Рисунок 1.6 – Складська система компанії «Kardex»

Ці аналоги були проаналізовані виключно з подальшою метою використання цих систем для складування дрібних деталей, а не великогабаритних.

Ці системи є по габаритам відносно стандартного розміру, тобто не використовуються у величезних корпораціях.

Компанія «Bastian Solutions» запропонувала за рахунок застосування крану-штабелеру завантажити додатково 2-3 товару з однієї сторони. Компанія «Daifuku» запропонувала додавання конвеєрів і кранових систем. Компанія «Kardex» пропонує зменшення розмірів складської системи відносно дрібних товарів.

1.2 Розглянення засобів організації збереження дрібних деталей

Будь-яке збільшення оптимізації дуже позитивно впливає на загальну вартість зберігання дрібних предметів. Цей фактор покращується завдяки використанню відповідного обладнання для передачі та збереження матеріалів, що допомагає зменшити кількість непотрібних рухів.

Оптимізацію також можна збільшити за рахунок використання швидших і безпечніших каналів для потоку матеріалів. Це дозволяє уникнути використання невідповідних, складних і звивистих маршрутів, які збільшують час необхідний для циклів із пов'язаним збільшенням витрат на обробку.

Іншим фактором, який впливає на цей фактор є правильне планування розташування елементів зберігання всередині установки, оскільки це оптимізує шляхи подачі та виходу. Ефективна система контролю та адміністрування кожного ресурсу також допомагає підвищити ефективність і покращує плавність операцій на установці.

Основні принципи створення сховища для маленьких деталей полягають у застосуванні двох на вибір ключових стратегій. Це стратегія «людина-товар» (де оператор переміщується) і стратегія «товар-до-особи» (де вантаж переміщується до місця оператора).

«Людина-до-товару» (P2G) відноситься до типу комплектування замовлення, коли збирач замовлення залишається в одній позиції, поки замовлені товари доставляються йому через систему. Тобто продукти переміщуються безпосередньо до комплектувальника, який потім вибирає те, що потрібно для виконання замовлень клієнтів. Від «людини до товару» підходить для легких товарів і невеликих розмірів замовлень. Перевагою цього методу є порівняно низькі інвестиційні витрати.

«Товар-до-особи» (G2P) – це використання автоматизованих технологій для доставки потрібного товару в потрібний час і до потрібного оператора або робочої станції. Технології «Goods-to-Person» підвищують

продуктивність, пропускну спроможність і використання робочої сили за рахунок усунення марної витрати часу на ходьбу та пошук. Крім того, G2P підвищить точність і ергономічність працівників, одночасно зменшивши вимоги до площі приміщення.

Для багатьох складів транспортування та зберігання дрібних предметів може бути проблематичним. Легко складати та організовувати великі запаси, але менші запаси можуть бути захаращеними, невпорядкованими та втраченими без належної системи.

Завдяки правильній системі складського зберігання підприємство може скоротити кількість часу та зусиль, які витрачаються на пошук запасів і зосереджуються на більш важливих завданнях. Деякі різні типи рішень для зберігання та обробки дрібних предметів, включають:

а) шафи з/для болтів (рис 1.7). Якщо невеликі запаси на складі включають будь-який незакріплений інвентар, шафи з болтами можуть стати чудовим рішенням для зберігання, яке допоможе тримати речі впорядкованими;



Рисунок 1.7 – Зображення шафи з/для болтів для складування різноманітних дрібних деталей

б) штабелювання контейнерів для зберігання (рис. 1.8). На деяких складах зберігається величезна кількість одного і того ж товару. У таких випадках може бути корисним використання штабельних контейнерів для зберігання з сітчастими або суцільними стінками;



Рисунок 1.8 – Зображення контейнеру для зберігання деталей

в) поличний стелаж (рис. 1.9). Оптимальне рішення для зберігання великої кількості різноманітних дрібних деталей.

Ці популярні, легко адаптовані універсальні системи використовуються в найрізноманітніших галузях, перш за все, для ручного складання замовлень за мінімального часу доступу;



Рисунок 1.9 – Зображення поличних стелажів для навантаження їх контейнерами

1.3 Аналіз методів зчитування та відтворення інформації

Система штрих-кодів в основному підходить для підтримки функцій циркуляції кругообігу товару. За допомогою технології штрих-коду складська інвентаризація та періодичний контроль також можуть здійснюватися ефективно та результативно. Впровадження штрих-кодів у складських системах потребує наступного обладнання та програмного забезпечення:

- персональні комп'ютери (ПК);
- програмне забезпечення для друку штрих-кодів;
- принтер штрих-кодів;
- сканер штрих-кодів;
- програмне забезпечення для управління складом;
- база даних складу.

1.3.1 Штрих-коди

Обробка зображень – це техніка виконання операцій із зображенням для його покращення або вилучення з нього відповідної інформації. Це форма обробки сигналу, у якій зображення є входом, а виходом є зображення або характеристики/особливості зображення.

Сьогодні, коли зображення присутні всюди навколо нас, обробка зображень є однією з швидко зростаючих технологій. Він формує свою основну дослідницьку сферу в інженерних та комп'ютерних дисциплінах.

Виходячи з типів даних, сьогодні доступні два методи обробки зображень: аналогова обробка зображень і цифрова обробка зображень.

Обробка аналогового зображення стосується будь-якої дії обробки зображення, яка виконується над двовимірними аналоговими сигналами з використанням аналогових методологій. Практика використання цифрового комп'ютера для обробки цифрових фотографій за допомогою алгоритму відома як обробка цифрових зображень. Обробка цифрових зображень, як підрозділ або дисципліна цифрової обробки сигналів, надає кілька переваг порівняно з аналоговою обробкою зображень.

Цифрова обробка зображень дає змогу набагато ширше вибирати алгоритми, що застосовуються до вхідних даних, а також уникати таких проблем, як шум і спотворення під час обробки. Цифрова обробка зображень може бути представлена як багатовимірна система, оскільки зображення описуються у двох вимірах, що є однією з ключових переваг цифрової обробки зображень перед аналоговою обробкою зображень.

Сектором, де використовується цифрова обробка зображень, є система сканування штрих-кодів. Оптичний сканер, який може зчитувати надруковані штрих-коди, декодувати дані, що містяться в штрих-коді, і передавати дані в комп'ютер, називається сканером штрих-кодів.

Сьогодні весь ланцюжок поставок у світі можна відстежувати за допомогою штрих-кодів. Сьогодні за допомогою штрих-кодів можна

відстежувати кожну посилку, яку потрібно відправити, у режимі реального часу.

Штрих-коди також використовуються в промисловому секторі для ідентифікації продуктів під час виробничого процесу.

Однак системи штрих-кодів на промислових підприємствах вимагають використання спеціального зчитувача штрих-кодів, який є більш складним і дорогим, ніж стандартний зчитувач штрих-кодів.

Останнім часом будь-який смартфон можна використовувати для сканування штрих-кодів, але жодних досліджень щодо використання зчитувача штрих-кодів смартфонів у промислових умовах не проводилося.

У результаті в цій статті розглядаються способи використання смартфона як сканера штрих-кодів у промислових умовах.

Співпрацюючи з бібліотекою зчитувачів штрих-кодів і симулюючи систему зчитування штрих-кодів у процесі виробництва, смартфон Android було використано для створення програми зчитування штрих-кодів.

В експерименті цієї статті використовувалися 1D штрих-коди та QR-коди [14].

Оскільки двовимірні штрих-коди не лише забезпечують простий і економічно ефективний спосіб представлення різноманітних комерційних даних, але вони також покращують взаємодію з мобільним користувачем за рахунок зменшення вхідних даних, мобільна індустрія останнім часом почала приділяти підвищену увагу додаткам штрих-кодів у мобільній комерції.

У цьому документі спочатку розглядаються ідеї, види та класифікації 2D-штрих-кодів, а також важливі постачальники технологій і програми мобільної торгівлі (рис. 1.10).

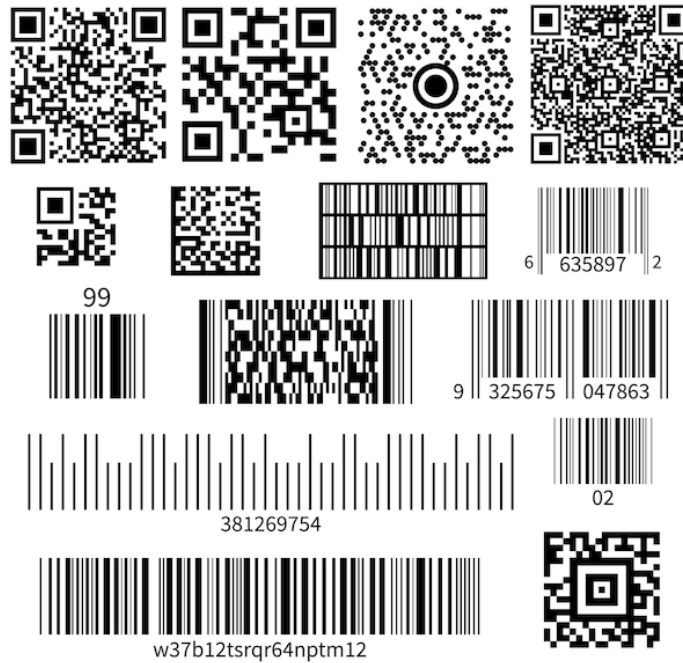


Рисунок 1.10 – Типи штрих-кодів

Сьогодні штрих-коди широко поширені в повсякденному житті. Використовується декілька способів кодування інформації. У Європі стандартом є European Article Number-13 (EAN-13).

Штрих-код EAN-13 (спочатку європейський номер статті), але тепер перейменованій на GTIN (глобальний номер одиниці торгівлі), хоча аббревіатура EAN все ще використовується роздрібними торговцями) є 13-значним стандартом штрих-коду (12 даних і 1 перевірка). Штрих-код EAN-13 використовується в усьому світі для маркування продуктів, які часто продаються в точках роздрібною торгівлі. Числа, закодовані в штрих-кодах EAN-13, є ідентифікаційними номерами продукту [15].

GTIN (Global Trade Item Number) – це система, розроблена GS1, яка є міжнародно визнаною системою ідентифікації продуктів. Це загальний термін для опису різних кодів нумерації GS1 – UPC та EAN. Тому безпечно називати код EAN-13 GTIN-13. GTIN надає рішення для глобального ланцюга поставок для ідентифікації будь-якого товару, що продається (з

ціною, замовленням і рахунком).

GTIN включає чотири типи кодів:

а) UPC-12: дванадцятизначний код, який використовує Північна Америка;

б) EAN-8: восьмизначний код, який використовується на невеликих роздрібних товарних одиницях;

в) EAN-13: тринадцятизначний код для всіх інших країн;

г) GTIN-14: чотирнадцятизначний номер, який використовується на торгових одиницях загального розповсюдження, не призначених для продажу в торговій точці.

Щоб створити номер GTIN, компанія повинна мати префікс компанії GS1. Призначений префікс компанії є основою для створення всіх ідентифікаторів GS1, таких як номери GLN, GTIN і SSCC.

Поява штрих-коду EAN-13 є сходинкою в структурі даних на шляху до контролю ланцюга поставок. Він використовується у світовій торгівлі для розрізнення типу продукту, специфікації тощо. Іншими словами, він допомагає однозначно ідентифікувати продукт. Це лише цифрова система штрих-кодів, яка використовується для ідентифікації роздрібних товарів. Унікальні номери присвоюються кожному окремому роздрібному продукту не лише за брендом продукту, а й за унікальними номерами. Це допомагає в розміщенні продуктів у роздрібних торговців і компаній електронної комерції. Це полегшує майбутнє, де інтелектуальні робочі процеси будуть стимулювати розумні ланцюжки поставок на основі даних.

Штрих-код EAN-13 витримав випробування часом, тому що він продовжує відігравати ключову роль у розвитку цифрового майбутнього роздрібною торгівлі, де продукт ідентифікується унікально, а дані, які він збирає, формуватимуть рішення, що стосуватимуться клієнтів і роздрібних торговців [16].

Штрих-коди EAN-13 використовуються в усьому світі для маркування продуктів, які часто продаються в точках роздрібною торгівлі. Числа,

закодовані в штрих-кодах EAN-13, є ідентифікаційними номерами продукту. Усі номери, закодовані в штрих-кодах UPC і EAN, відомі як глобальні номери одиниць торгівлі (GTIN), і їх можна кодувати в інших штрих-кодах GS1 (рис. 1.11).

Штрихкод EAN-13 складається з кількох блоків цифр:

- а) 2-3 цифри – код Національної Асоціації товарної нумерації, що привласнила штрихкод продукції;
- б) 4-5 цифр – код, присвоєний підприємству національним реєстратором;
- в) 5 цифр – код товару, де певний набір цифр може відповідати за назву, властивості, розмір, масу, матеріал товару.



Рисунок 1.11 – Тип штрих-коду EAN-13

1.3.2 Сканери штрих-кодів

Зчитувач штрих-кодів – це оптичний сканер, який може зчитувати надруковані штрих-коди, декодувати дані, що містяться в штрих-коді, на комп'ютер. Як і планшетний сканер, він складається з джерела світла, лінзи та датчика світла для перетворення оптичних імпульсів в електричні сигнали.

Крім того, майже всі зчитувачі штрих-кодів містять схему декодера, яка може аналізувати дані зображення штрих-коду, надані датчиком, і надсилати вміст штрих-коду на вихідний порт сканера [17].

Сканери штрих-кодів мають бути здатні надзвичайно швидко зчитувати чорно-білі лінії зебри на продуктах і передавати цю інформацію на комп'ютер або касовий термінал, який може миттєво ідентифікувати їх за допомогою бази даних продуктів (рис. 1.12).

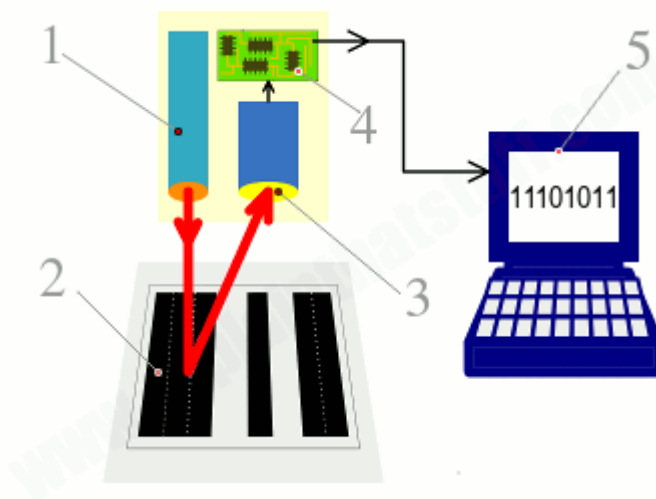


Рисунок 1.12 – Тип штрих-коду EAN-13

Елементи, які використовуються для сканування:

а) скануючий елемент світить світлодіодним або лазерним світлом на штрих-код;

б) світло відтворює штрих-код у світлочутливий електронний елемент, який називається фотоелементом. Білі ділянки штрих-коду відтворюють більшість світла; чорні області відображають найменше;

в) коли сканер рухається повз штрих-код, комірка створює шаблон імпульсів увімкнення-вимкнення, які відповідають чорним і білим смугам. Отже, для наведеного тут коду;

г) електронна схема, підключена до сканера, перетворює ці імпульси

ввімкнення-вимкнення в двійкові цифри (нулі та одиниці);

г) двійкові цифри надсилаються на комп'ютер, підключений до сканера, який ідентифікує код [18].

У деяких сканерах є один фотоелемент, і коли ми просуваємо елемент сканування повз продукт, осередок по черзі виявляє кожен частину чорно-білого штрих-коду. У більш складних сканерах є ціла лінійка фотоелементів, і весь код сприймається одним рухом. Насправді сканери не виявляють нулів і одиниць і виводять двійкові числа: вони виявляють порядок чорних і білих смуг, як ми тут показали, але перетворюють їх безпосередньо в десяткові числа, видаючи десяткове число як вихід.

Зчитувачі штрих-кодів можна розрізнити за технологіями наступним чином:

- зчитувачі типу Pen (ручні);
- лазерні сканери;
- зчитувачі CCD (також відомі як світлодіодні сканери);
- зчитувачі на основі камери;
- всеспрямовані сканери штрих-кодів;
- камери мобільних телефонів (рис. 1.13).

Наразі будь-який пристрій, обладнаний камерою, або пристрій, який має сканер документів, можна використовувати як зчитувач штрих-кодів за допомогою спеціальних бібліотек програмного забезпечення, бібліотек штрих-кодів.

Це дозволяє їм додавати функції штрих-коду до настільних, веб-, мобільних або вбудованих програм. Таким чином, поєднання технології штрих-кодів і бібліотеки штрих-кодів дозволяє реалізувати з невеликими витратами будь-яку автоматичну обробку документів OMR, програму відстеження посилки або навіть програму доповненої реальності.



Рисунок 1.13 – Зображення різноманітних сканерів штрих-кодів

1.3.3 Принтери для штрих-кодів

Принтер штрих-кодів – це пристрій, який використовується для друку етикеток і ярликів на різних речах. Принтер використовує як термопринтер, так і термотрансферний принтер. Ці принтери працюють швидше, ніж традиційні принтери, і подовжують термін служби, забезпечуючи економічну ефективність, надійність, високу довговічність і високу якість друку. Принтери штрих-кодів широко використовуються в комерційних, роздрібних і виробничих галузях, а також в інших сферах. Вони широко використовуються для маркування картонних коробок перед відправленням, а також для маркування роздрібних товарів універсальним кодом продукту або міжнародним номером товару.

Принтер штрих-кодів перетворився на стандартне офісне обладнання. На великих складах і виробничих підприємствах використовуються промислові принтери штрих-кодів. Вони мають велику ємність для паперу, працюють швидше та служать довше. Настільні принтери штрих-кодів є найбільш поширеними в роздрібній торгівлі та бізнес-середовищах. Усі ці

фактори сприяють зростанню частки світового ринку друку етикеток зі штрих-кодом [19].

Принтери штрих-кодів зменшують витрати, пов'язані з погано надрукованими етикетками. Ці верифікатори гарантують високу якість результату в цілому. Принтери штрих-кодів пропонують швидкий період окупності (ROI). У результаті очікується, що потреба індустрії ланцюга поставок у принтерах штрих-кодів зросте протягом прогнозованого періоду. Правила друку гарантують, що технології друку є екологічно чистими.

З'являється попит на мобільні принтери на основі бездротових технологій. Завдяки високій якості друку, середній гнучкості використання, низьким вимогам до обслуговування та міцному характеру цих принтерів технологія термодруку ідеально підходить для мобільних принтерів. Завдяки простоті використання та зручності для друку великих обсягів тегів пряма термічна технологія широко використовується в мобільному друку.

Сучасні мобільні принтери легкі, прості у використанні та довговічні, мають чудову якість друку та підтримують широкий спектр носіїв. Більшість принтерів оснащено бездротовим інтерфейсом 802.11 b/g для підключення до локальних мереж (LAN) і додатків планування ресурсів підприємства (ERP) як в офісі, так і поза ним (рис. 1.14).

802.11 b/g є найбільш часто використовуваним стандартом бездротової мережі, що дозволяє пристроям, розробленим для корпоративних програм, забезпечувати виняткову продуктивність. Він працює в діапазоні частот 2,4 ГГц і підтримує швидкість передачі даних до 11 Мбіт/с. Мобільні касові принтери (POS) широко використовуються в роздрібній торгівлі, готельному бізнесі, охороні здоров'я та інших галузях, де простота використання, гнучкість і економія коштів є критично важливими [20].



Рисунок 1.14 – Зображення різноманітних принтерів штрих-кодів

1.4 Постановка задачі дослідження

Розробити програмне забезпечення для автоматизації управління складу дрібних деталей, за допомогою якого можна організувати автоматизовану роботу для різних відділів складу, таких як складування/вивантаження товару в складській системі, та створення ідентифікатору товару за допомогою штрих-коду. ПО включає в себе такі основні параметри:

- створення БД для зберігання даних та використання даних у різних додатках;
- створення додатків окремих відділів складу, залежно від поставлених завдань.

Також створимо графічне представлення передбачуваної складської системи.

Створимо структурні схеми за допомогою яких, визначимо механізм роботи складу з усіма працівниками.

Застосуємо технологію штрих-коду, яка у свою чергу інтегрована з відомими програмними пакетами автоматизації складів та за його допомогою автоматизуємо процес введення даних.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ТА АЛГОРИТМІВ СИСТЕМИ СКЛАДУ

2.1 Огляд різноманітних структур управління виробництвом на складі

Управління організацією є складну роботу, яку не можна виконувати формально або за шаблоном. Організації створюються задля досягнення найрізноманітніших цілей, задоволення різних потреб людей, тому вони такі різноманітні.

Структура організації – це логічний взаємозв'язок та взаємозалежність рівнів управління та підрозділів.

Структура організації закріплює горизонтальне та вертикальне поділ праці, розстановку та взаємозв'язок персоналу, можливості його успішної діяльності.

Структурі надається велике значення під час аналізу організаційної системи виробництва у цілому.

Теоретично управління розрізняють кілька видів організаційних структур управління:

а) лінійна. Сутність лінійної структури управління полягає в тому, що на чолі кожного колективу стоїть один керівник, який підзвітний вищому керівнику. Підлеглі виконують розпорядження лише свого безпосереднього керівника;

б) функціональна. Функціональна структура заснована на розподілі функцій між структурними підрозділами з одночасним підпорядкуванням усіх нижчестоящих підрозділів;

в) лінійно-функціональна. Лінійно-функціональна структура заснована на дотриманні єдиноначальності, лінійної побудови структурних підрозділів та розподіл функцій управління між ними. Ця структура застосовна

великими організаціями з явно вираженим поділом праці;

г) лінійно-штабна. Лінійно-штабна структура є лінійною структурою, де при кожній ланці створено штаб, що складається з виробничого, технологічного, планового відділів; служб основних фахівців; окремих бюро, важливих виробництва фахівців;

г) дивізійна. На великих підприємствах використовується дивізійна організаційна структура управління, у якій складна лінійно-функціональна система ділиться відносно самостійні блоки. При такій структурі повноваження щодо керівництва виробництвом та збутом продукції передаються одному керівнику, відповідальному за цей вид продукції;

д) матрична. Матрична структура допускає подвійне підпорядкування підрозділів та окремих працівників. Повноваження керівнику цільової програми (проекту) делегує найвищий керівник. Він відповідає загалом за інтеграцію всіх видів діяльності та ресурсів, що належать до даного проекту (програми), за планування, дотримання графіка реалізації.

2.2 Лінійна структура складу

Лінійна організаційна структура управління характеризується тим, що на чолі кожного структурного підрозділу знаходиться керівник-єдиноначальник, наділений усіма повноваженнями та здійснює одноосібне керівництво підлеглими йому працівниками та зосереджує у своїх руках усі функції управління.

При лінійному управлінні кожна ланка і кожен підлеглий мають одного керівника, через якого одноразовим каналом проходять всі команди управління. І тут управлінські ланки відповідають результатам всієї діяльності керованих об'єктів. Йдеться про пооб'єктне виділення керівників, кожен із яких виконує всі види робіт, розробляє та приймає рішення, пов'язані з управлінням даним об'єктом.

Оскільки в лінійній структурі управління рішення передаються по

ланцюжку «згори донизу», а сам керівник нижньої ланки управління підпорядкований керівнику вищого над ним рівня, формується свого роду ієрархія керівників цієї конкретної організації. В даному випадку діє принцип єдиноначальності, суть якого полягає в тому, що підлеглі виконують розпорядження лише одного керівника. Вищий орган управління немає права віддавати розпорядження будь-яким виконавцям, минаючи їх безпосереднього начальника.

Для складу з дрібними деталями та перспективами розширення, поки що можна скористатися лінійною структурою, яка вкладає у собі:

- провідний керівник. Людина, яка володіє складом та через якого відбувається різні транспортування;
- керівник по приймальним товарам. Він відповідає за продукт, що приходить на склад;
- керівник по валідності штрихкоду. Відповідає за контроль нанесення на товар валідного штрих-коду;
- керівник по завантаженню товару. Відповідає за завантаження товару на сам склад;
- керівник по відвантаженню товару. Відповідає за відвантаження товару зі складу (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Лінійна структура складу

Лінійна структура управління є логічно стрункішою і формально визначеною, але водночас і менш гнучкою. Кожен із керівників має всю повноту влади, але щодо невеликими можливостями вирішення функціональних проблем, які потребують вузьких, спеціальних знань [21].

Економічна ефективність лінійних організаційних структур управління тим суттєвіше, що менше число рівнів ієрархії (час проведення рішень), що вже профіль робіт (завантаження керівника), внутрішні чинники і що стабільніше ринкові умови (частота проведення рішень) зовнішні чинники. Впливає і «людський фактор», чим авторитарніший керівник підприємства, тим вища чіткість роботи підприємства, але нижча динамічність.

Звідси і впливає досить широка сфера застосування лінійних організаційних структур: від невеликих підприємств, які працюють у будь-яких ринкових умовах, до вузько профільних підприємств будь-якого розміру, що працюють у стабільних ринкових (або позаринкових) умовах.

2.3 Загальна структура складу

Загальна структура складу характеризується взаємозв'язками і співвідношеннями між цими підрозділами за розміром зайнятих площ, чисельністю працівників і пропускнуою здатністю (потужністю).

Дана схема дозволяє зрозуміти принцип роботи складу, а саме: роботу складу з усіма його відділами. Як бачимо на рисунку 2.2, спочатку вантажівки прибувають з товаром в «Приймальні доки для в'їзних вантажівок», звідти розвантажуються в «Зону розвантаження», далі слідує відправка прийнятого товару на «Зону ідентифікації товару» де відбувається створення універсального штрих-коду товару, потім відбувається завантаження на складську систему і так само розвантаження з неї. Останнім пунктом є відправка потрібного товару на «Зону пакування та доставки», там відбуваються останні підготовки товару і безпосередньо відправка в «Доки доставки для відправлення».

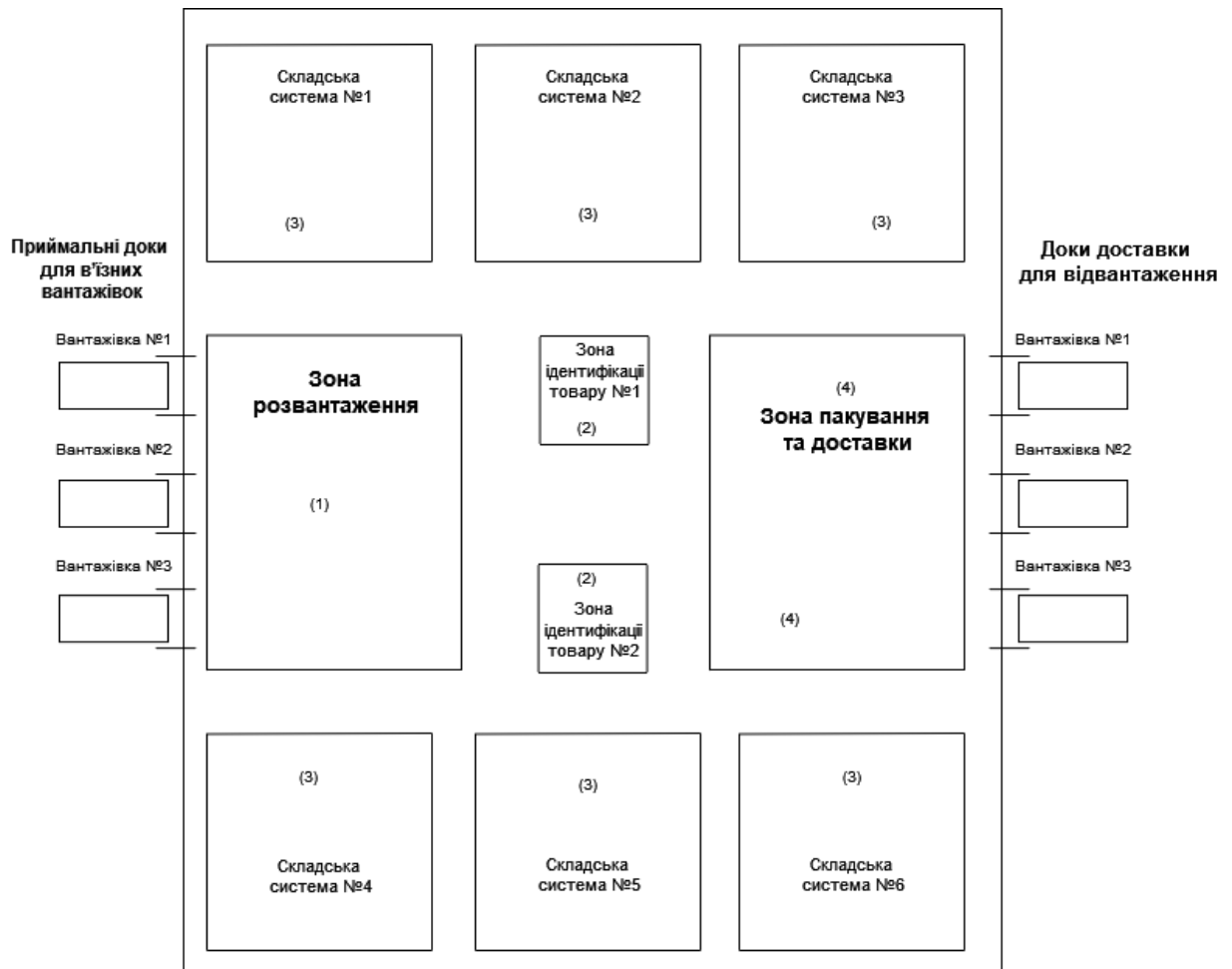


Рисунок 2.2 – Загальна структура складу

2.4 Організаційна структура складу

Дана організаційна структура є лінійної, в її основу покладено вертикаль управління та спеціалізацію управлінської праці з функціональних служб організації [22].

Підприємство дозволяє суттєво і досить просто змінити існуючу організаційну структуру головного складу та привести її у відповідність до технології роботи автоматичного складського комплексу (рис. 2.3).

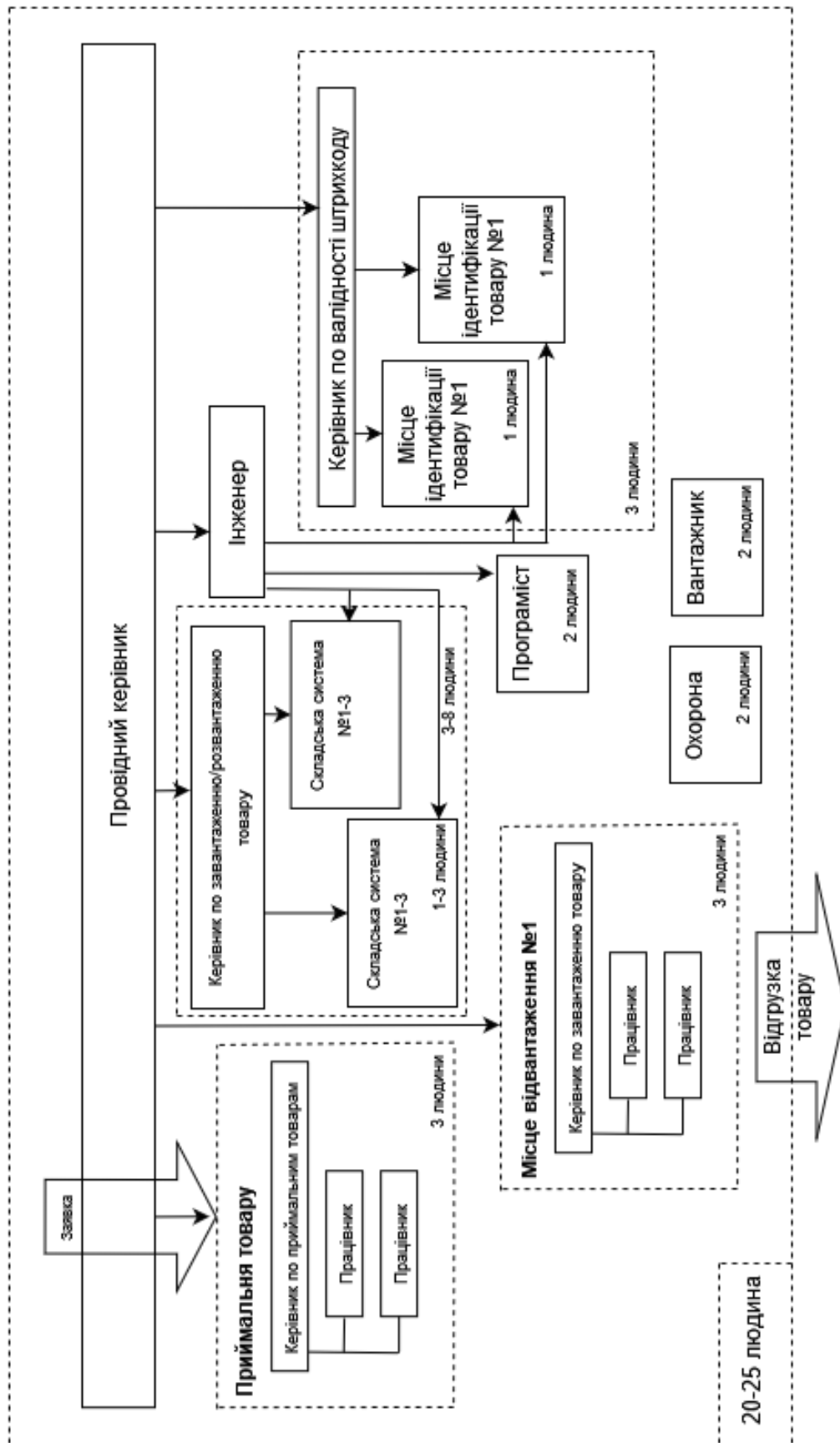


Рисунок 2.3 – Організаційна структура складу

Структура складу працює наступним чином:

а) приходиться певна кількість товару, який спочатку повинні приймати відповідні працівники, а саме: «Працівники з прийому товару». Дві людини приймають товар, перевіряють накладні за товаром, його характеристикою, власністю і т.д. та перед відправкою на наступний етап, «Керівник» перевіряє ще раз і дає свою згоду на подальше відправлення;

б) щодо кількості товару, він передається «працівникам контролю інформації про товар», які у свою чергу створюють універсальний штрих-код, або виправляють існуючий під єдину систему штрих-кодів. Місця ідентифікації товарів розташовані в різних точках щодо кількості систем, що складаються на складі, тому остаточна перевірка відбувається за даними занесених до БД «Керівником»;

в) далі «Керівник із завантаження товару» на складській системі визначає який товар на яку складську систему відправити, залежно від завантаженості складської системи і на кожній складській системі стоїть «Працівник», який завантажує кінцевий товар до складу;

г) для відвантаження товару також використовуємо «Працівників», які вивантажують товар з тієї системи на яку вкаже «Керівник із завантаження товару на видачу»;

г) окремий елемент «Вантажник» дозволяє переносити товар з різних відділів на інші відділи, не використовуючи працівників конкретних відділів;

д) введення на складі нової штатної одиниці – «Програміста» який впорядкований «Інженеру», відповідає за налаштування та працездатність ПЗ всього складського комплексу, повністю виключить ситуації, що можуть виникнути, коли при збої комп'ютерної системи доводиться чекати спеціаліста, що затримує роботу складу. Водночас, під контролем програміста перебуватиме зв'язок головного комп'ютера складу з комп'ютером головного офісу компанії та обмін інформацією між ними;

е) охоронці за допомогою відео камер, встановлених на виходах зі складів, забезпечуватимуть постійний контроль спроб несанкціонованого

винесення товару зі складу і в разі виникнення нестачі будь-якого товару на складах просто знайти винного в розкраданні. Для цього достатньо буде переглянути відео.

2.5 Схеми алгоритму роботи складу

Нижче наведено алгоритми роботи певних відділів складу, які безпосередньо вимагають роботи з програмним забезпеченням. За допомогою їх описуємо сукупність точно заданих правил розв'язання деякого класу задач або набір інструкцій, а також послідовність порядку дій виконавця для вирішення певної задачі [23].

Алгоритм роботи для відділу з валідності штрих-коду (рис. 2.4).

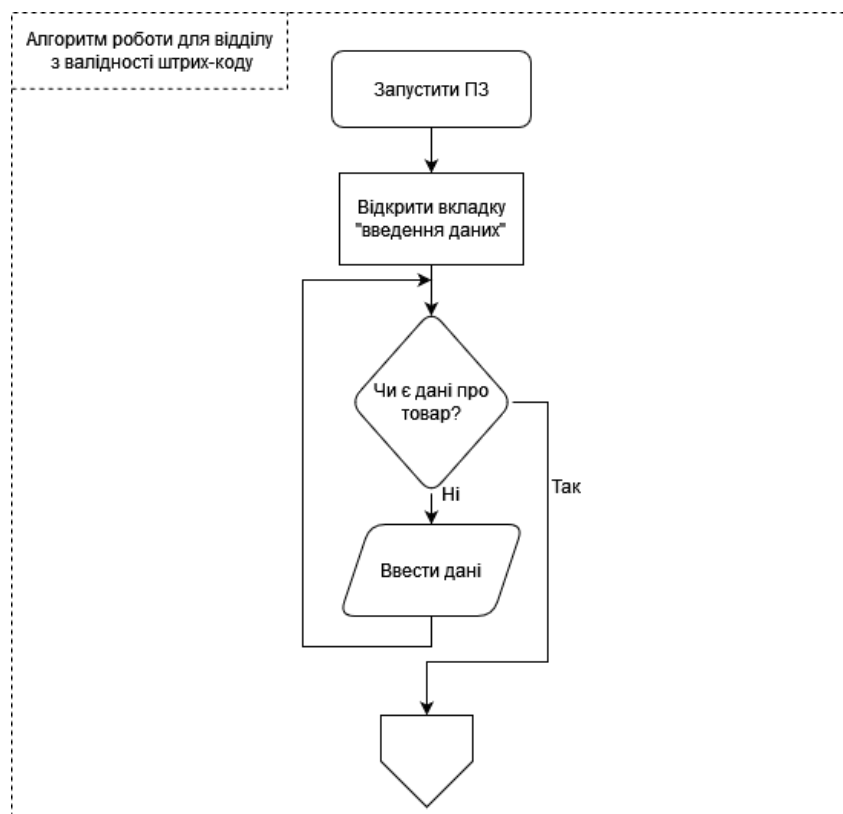


Рисунок 2.4 – Схеми алгоритму для відділу з валідності штрих-коду

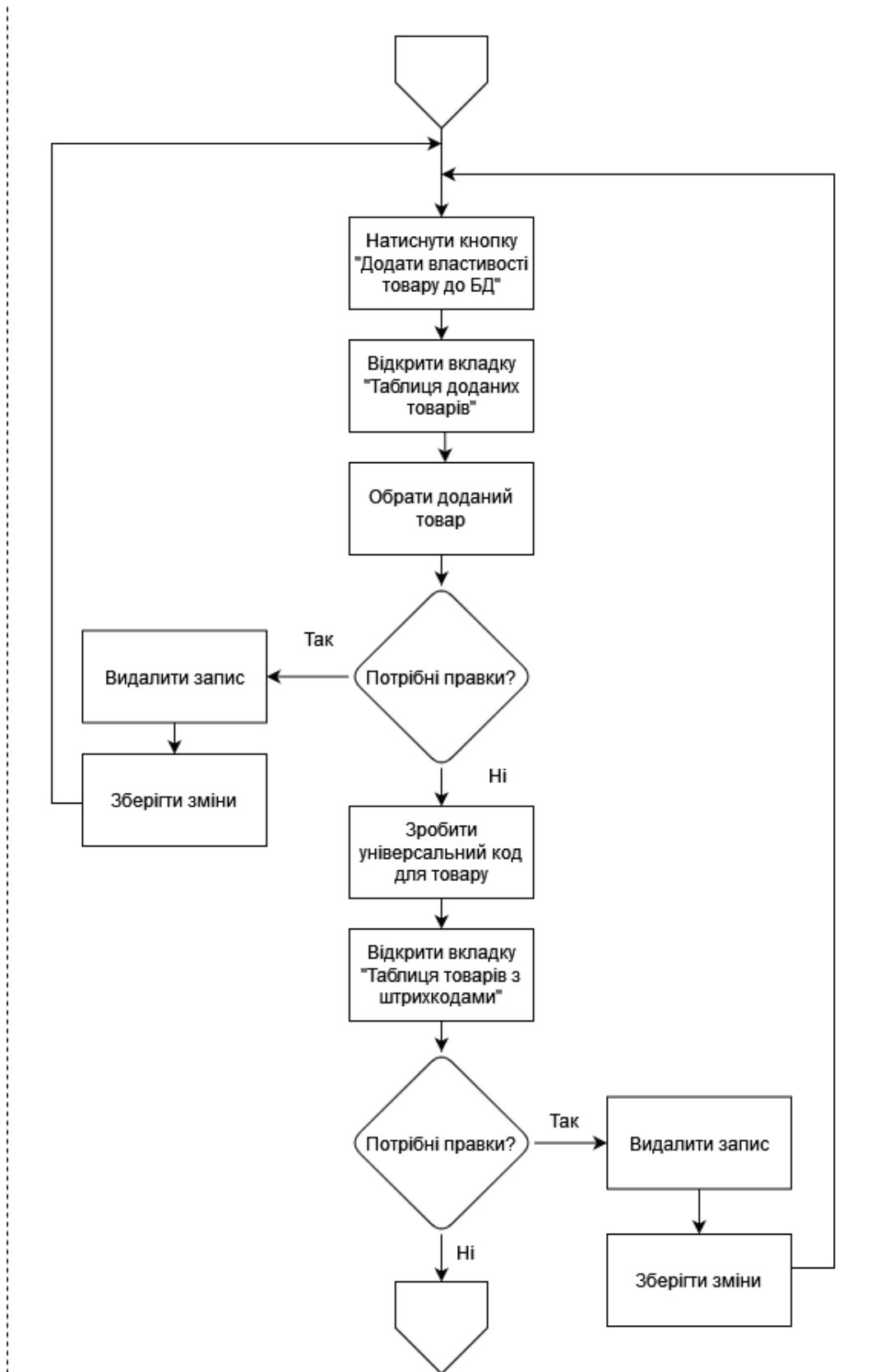


Рисунок 2.4, аркуш 2

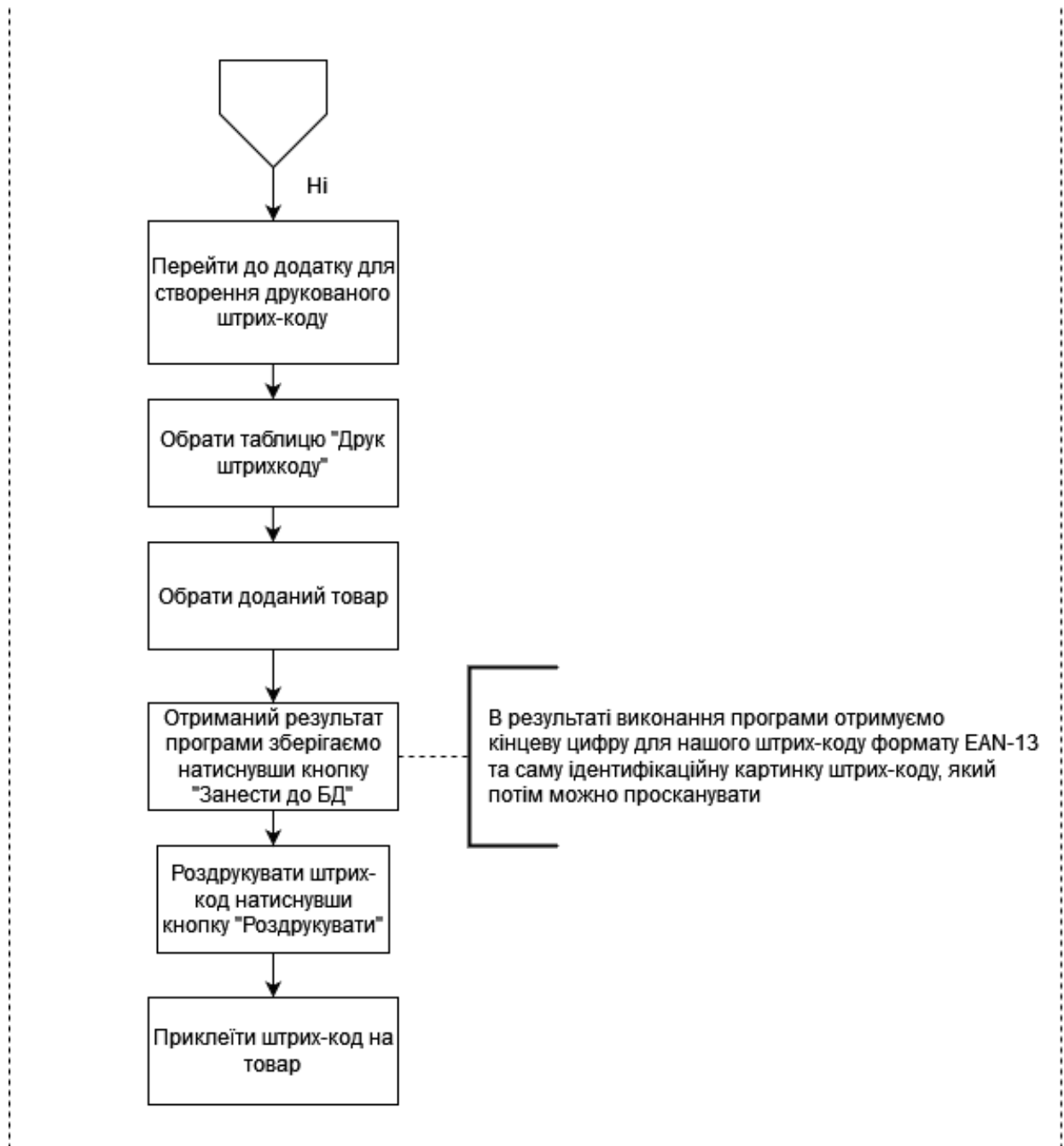


Рисунок 2.4, аркуш 3

Алгоритм роботи для відділу з завантаженням товару до складської системи (рис. 2.5).

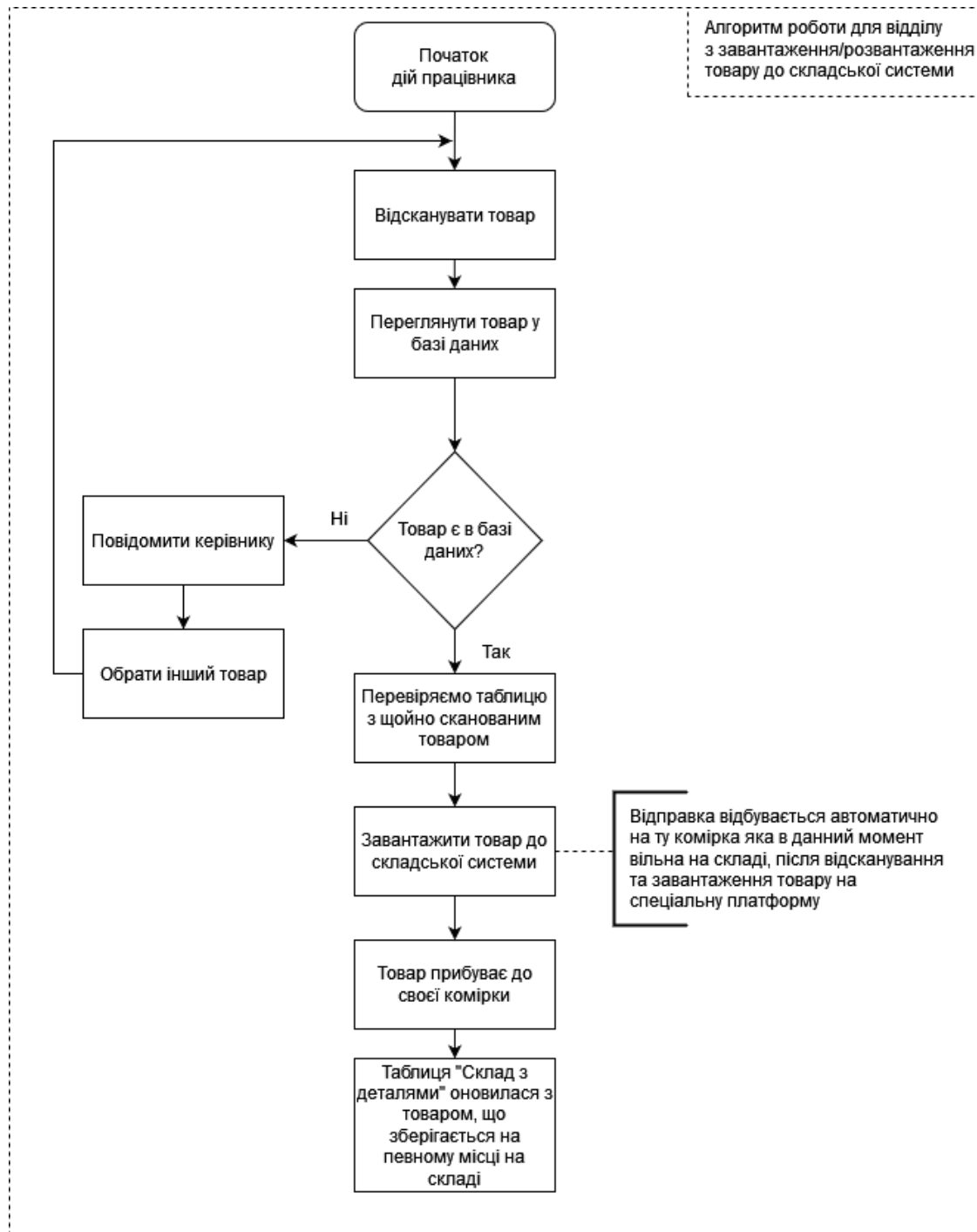


Рисунок 2.5 – Схема алгоритму роботи для відділу з завантаженням і розвантаженням товару до складської системи (для завантаження)

Алгоритм роботи для відділу з розвантаження товару з складської системи (рис. 2.6).

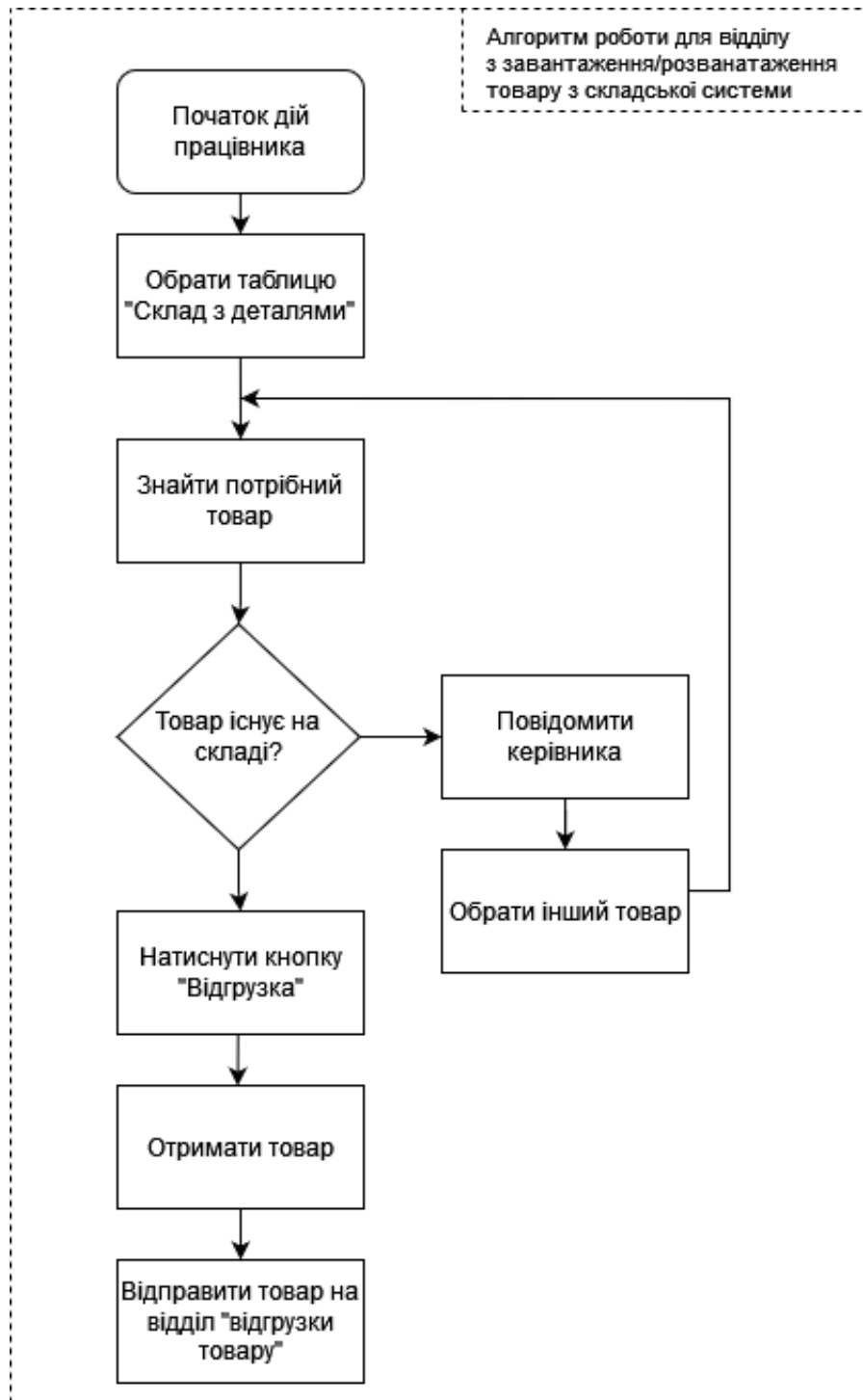


Рисунок 2.6 – Схема алгоритму роботи для відділу з завантаженням і розвантаженням товару до складської системи (для розвантаження)

2.6 Висновки до другого розділу

У цьому розділі було розглянуто лінійну структуру складу через

можливість управління суворо контролювано керівником конкретного відділу та її працівникам, що дозволяє чітко організувати роботу.

Також було побудовано організаційну структуру складу для детального розуміння роботи всіх відділів, керівників цих відділів і працівників. Організаційна схема дозволила виділити конкретні завдання для різних підрозділів.

За допомогою алгоритмів складу були описані детальні послідовні дії деяких відділів, а саме працівників, які в основному пов'язані з роботою з додатком. Алгоритми роботи складу дозволяють керівникам використовувати їх як керівництво для навчання працівників на складі.

За допомогою конструювання різних схем, ми визначилися з конкретними завданнями тих чи інших пристроїв на складі, починаючи від планування технічних місць і закінчуючи керівництвом для працівників.

3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДУ ДРІБНИХ ДЕТАЛЕЙ

3.1 Задачі виробничого складу

3.1.1 Характеристика основних складських зон

Наявність складського приміщення будь-якого підприємства є важливим фактором логістики товару, саме тому потрібно здійснювати перебудову та модернізацію складів. Від цього залежить ефективність управління запасами.

Успішність роботи будь-якого складу неможлива без впровадження систем автоматизації та комп'ютерної техніки, оскільки спостерігається постійне збільшення обсягів товарообігу, зміна вимог до умов прийому, зростає необхідність постійного контролю та підвищення ефективності роботи персоналу.

Сучасні підприємства, чії склади спрямовані на конкурентоспроможність та ефективну роботу повинні використовувати прогресивні методи організації управління (ІТ-технології, орієнтовані на чітке планування та координацію компонентів усіх торгово-технологічних процесів).

Завдяки сучасним ІТ-технологіям організація роботи складського господарства побудована на раціональному використанні площ, приносить максимальний ефект, який досягається шляхом оптимальної організації складування, обладнання та складських технологій.

Ефективне управління господарською діяльністю підприємства неможливе без якісної інформації про фактичний стан досліджуваного об'єкта, яка повинна бути відповідно підготовлена та оброблена. Сьогодні комплексна програма управління складським господарством WMS повністю

контролює рух товару на складі. Упровадження WMS дозволяє значно збільшити швидкість роботи складу, зменшити кількість помилок, мінімізувати вплив людського фактора. Базова функціональність WMS передбачає підтримку документообігу, що охоплює прийом, відпуск товару, інвентаризацію залишків і звіти про товарорух. Найчастіше склади мають різну спеціалізацію, що вимагає персонального підходу до системи організації складських операцій [24].

Проектування складських приміщень повинно вестися з урахуванням кількох практичних вимог:

а) площа, призначена для зберігання товарів, повинна вдвічі перевищувати розмір приміщень, відведених під інші потреби складу;

б) планування приміщень повинна бути розрахована на використання вантажної техніки. Потрібно створити умови для якісного укладання і зберігання продукції. Це запорука безперервності товарообігу, точності всіх технологічних процесів;

в) по можливості рекомендується влаштовувати однопролітне складське приміщення великої площі. Відсутність перегородок і достатня ширина (близько 24 м) – це сприятливі умови для руху вантажно-розвантажувальної техніки та інших спеціальних пристосувань. Для забезпечення несучої здатності влаштовують колони і посилені прольоти;

г) основні складські зони плануються з висотою стель, достатньої для ефективного укладання упаковок і проїзду спецтехніки.

На стадії проектування фахівці з'ясовують специфіку технологічних процесів, які будуть проводитися на цьому складі, кількість і параметри приміщень різного призначення, їх взаємне розташування. Всі ці моменти в подальшому позначаються на ефективності експлуатації складських приміщень і на прибутковості всього підприємства.

Найпоширеніший тип приміщень для зберігання – це товарні склади. Всі інші за принципом зонування схожі з ними, відмінності будуть тільки в обладнанні та оснащенні.

Для забезпечення оптимальної роботи складу, використання складського обладнання, раціональної організації всіх видів робіт на складі технологічну площу складу поділяють на зони. Складська зона – це частина приміщення складу, на якій здійснюються однорідні за функціональним призначенням види робіт. Такими зони діляться на:

- зони розвантаження і відвантаження;
- зона приймання;
- зона зберігання;
- зона сортування та комплектації;
- зона експедиції.

Зона розвантаження і відвантаження може бути або єдиною, або розділеною на дві окремі зони (розвантажувальну і навантажувальну). Вивантаження товарів може здійснюватися з рівня дороги або зі спеціальної рампи, піднятої на рівень кузова транспортного засобу. Більшість вітчизняних вантажних автомобілів має двері і борт в задній частині кузова, що дозволяє здійснювати їх розвантаження з рамп із заїздом вантажно-розвантажувальної техніки в кузов. Автомобілі, оснащені бічними по відношенню до поздовжньої осі дверима, можна розвантажувати з рівня дороги. Більшість нових складів мають ширину розвантажувальних рамп 6 метрів.

Зона приймання відокремлена від інших приміщень. Головна функція цієї зони – прийом вантажу за якістю, кількістю та комплектністю, а також розподіл вантажів за місцем зберігання згідно з використовуваними засобами й умовами. Ця ділянка добре оснащена засобами автоматизації і механізації, на неї можуть покладатися функції пакування та маркування товарів, комплектування укрупнених одиниць для зберігання, розукомплектування останніх, тимчасове зберігання (накопичення) вантажу для подальшого розподілу на основних складських площах.

В зоні приймання здійснюється зберігання вантажів, поставка яких запланована у святковий та неробочий час, коли вантаж приймається по

факту, без його оприбуткування за допомогою інформаційної системи складу.

На складах з великим обсягом робіт зони експедиції і приймання товарів облаштовуються окремо, а на складах з невеликим обсягом робіт – разом.

Зона зберігання представляє собою площу, яка призначена безпосередньо для зберігання вантажів.

Вантажна місткість зони залежить не тільки від розмірів складованих тут вантажів, а й від обраного способу зберігання – на стелажах, піддонах, у контейнерах тощо.

Під зону зберігання товарів відводиться основна частина площі складу. Вона складається з корисної та допоміжної площі.

До зони зберігання повинні примикати зони фасування та пакування товарів, комплектування замовлень оптових покупців (ділянка комплектування).

У свою чергу, зона комплектування замовлень повинна знаходитися поряд з експедицією з відправки товарів.

Зона сортування та комплектації покликана забезпечити прийом заявок на вантажі та відбір вантажів з місць зберігання, а також сортування, комплектування, підготовку і переміщення вантажів у зону навантаження (рис 3.1).

Зона експедирування. У цьому окремому, як правило, приміщенні здійснюється облік відправлених (отримуваних) вантажів, тимчасове складування підготовлених вантажів, складається супровідна документація і проводяться вантажно-розвантажувальні роботи.

На експедицію також часто покладається завдання супроводу вантажу в дорозі і доставки його кінцевому споживачеві [25].

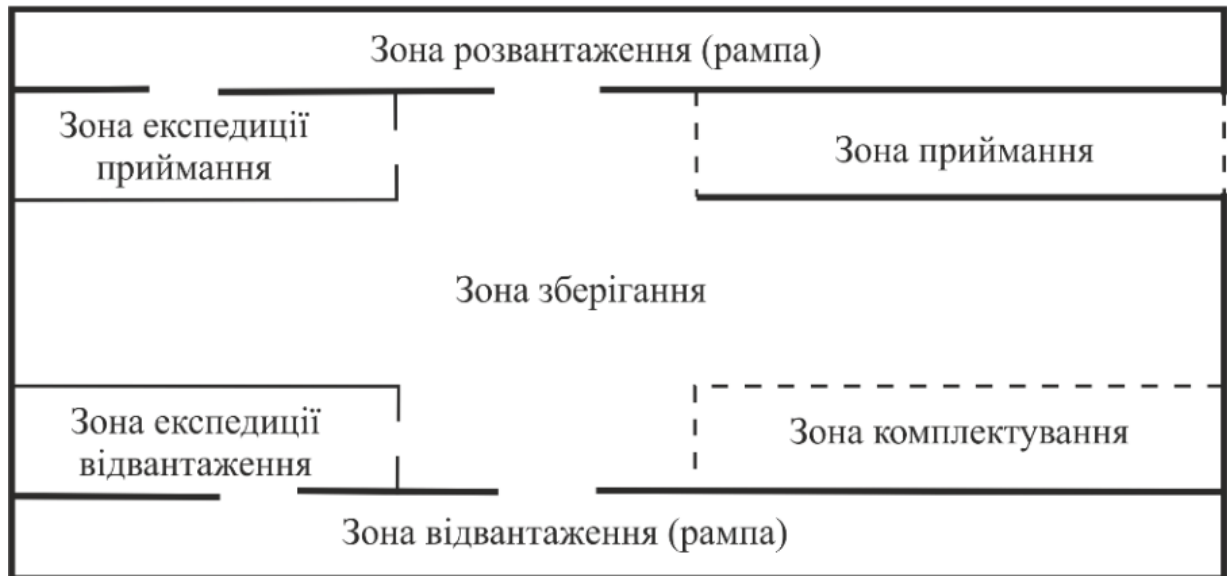


Рисунок 3.1 – Технологічні зони складу

Розрахунок складу дозволяє оцінити ефективність його роботи, рентабельність і окупність фінансових вкладень в складський проект.

Щоб правильно організувати зону зберігання, потрібно підібрати стелажну систему, яка б відповідала таким вимогам:

- максимально висока щільність зберігання вантажів;
- безпроблемний доступ складської техніки до кожної партії вантажів;
- достатня вантажопідйомність.

Формула для розрахунку корисної зони складу має такий вигляд:

$$S_{\text{кор.}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{q_{\text{гран}}} \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{макс}}$ – скільки вантажів може помістити склад, виражається в тоннах;

$q_{\text{гран}}$ – граничне навантаження зберігання в тоннах на 1 м² складської площі.

Інтенсивність роботи (вантажобіг) – обсяг товарів, отриманих на склад і відвантажених з нього за певний проміжок часу. Виражається в

грошовому еквіваленті:

- ціни собівартості;
- закупівельні ціни.

Розраховується за такою формулою:

$$BO = \frac{TO}{B}, \quad (3.2)$$

де TO – товарообіг;

B – вартість 1 т або 1 м³ товару.

Середній товарний запас – враховує весь обсяг товарів на складі за вибраний проміжок часу. Розраховується згідно закупівельних цін без націнки:

$$CTZ = (TOB_1 + TOB_2)/2, \quad (3.3)$$

де TOB_1 – залишки товару на початок періоду;

TOB_2 – залишки товару на кінець періоду.

Також треба розрахувати транспортну зону на складі, бо технологічні проходи і проїзди обов'язково повинні відповідати габаритам вантажів і технічним параметрам використовуваної складської техніки. Ширина проїзду обчислюється за формулою:

$$A = 2B + 3C, \quad (3.4)$$

де B – ширина навантажувача в см;

C – мінімальний запас для проїзду техніки в см (зазвичай становить близько 20 см).

Площа зони відправки і приймання теж має математичне

обґрунтування, бо якщо товарообіг підприємства невеликий, то ділянки прийому і комплектації вантажів можна об'єднати. У іншому випадку їх розділяють на два приміщення. Прийом повинен мати невеликий запас по площі, щоб не виникало затримок при підвищенні інтенсивності обробки вантажів, а також якщо невелика кількість продукції накопичиться на ділянці під час вихідних.

Площа ділянки приймальної експедиції виглядає так:

$$S_{ne} = Q_v \cdot t_{ne} \cdot \frac{K_H}{365_{qe}}, \quad (3.5)$$

де Q_v – вантажі, що надійшли на склад протягом 1 року, в тоннах;

t_{ne} – скільки днів вантаж знаходиться в цій зоні;

qe – граничне навантаження на одиницю площі в зоні.

Зони відправних експедицій розраховується за допомогою такої формули:

$$S_{ve} = Q_v \cdot t_{oe} \cdot \frac{K_H}{254_{qe}}, \quad (3.6)$$

де t_{oe} – скільки днів зберігається вантаж на даній ділянці.

Оборотність товару на складі впливає на швидкість отримання прибутку підприємством. Для підрахунку середньої оборотності використовується така формула:

$$O_{бор} = \frac{BO}{TЗ_{cp}}, \quad (3.7)$$

де $TЗ_{cp}$ – середній товарний запас.

Ділянка комплектування, а саме складські зони комплектування розраховуються за допомогою показників розрахункового навантаження на кожен м² складської площі. Значення взяти з невеликим запасом, на випадок збільшення товарообігу.

$$S_{\text{компл}} = Q_{\text{в}} \cdot K_{\text{н}} \cdot A3 \cdot t_{\text{км}} / (254 \cdot q_{\text{гран}} \cdot 100), \quad (3.8)$$

де 254 – кількість робочих днів;

A3 – процент вантажів, які потрібно комплектувати на складі;

$t_{\text{км}}$ – скільки днів вантажі зберігаються на ділянці комплектування.

Зонування складу, тобто простір складу ділиться на площі, які використовують для розміщення вантажів і площі на яких вантажі не зберігаються. Фахівці рекомендують підтримувати співвідношення 2:1, щоб використовувати склад з максимальною ефективністю. Розрахунок площі складу включає ряд показників:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{кор}} + S_{\text{доп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{компл}} + S_{\text{сл}} + S_{\text{пе}} + S_{\text{ве}}, \quad (3.9)$$

де $S_{\text{кор}}$ – корисна площа, на якій зберігається вантаж;

$S_{\text{доп}}$ – допоміжна площа для проїздів та проходів;

$S_{\text{пр}}$ – площа ділянки прийому;

$S_{\text{компл}}$ – площа ділянки комплектування;

$S_{\text{сл}}$ – службова площа для робочих місць співробітників;

$S_{\text{пе}}$ – площа приймальної експедиції;

$S_{\text{ве}}$ – площа відправної експедиції.

Розрахунок службової зони складу, а саме: площа її ділянки залежить від кількості персоналу:

– до 3 осіб по 5 м² на кожного;

– від 5 осіб та більше по 3,25 м² на кожного.

Грамотне планування складу дозволяє скоротити орендну плату в розрахунку на одиницю товарообігу і використовувати приміщення максимально ефективно. Не варто забувати і про те, що складські процеси також залежать від якості програмного забезпечення, вантажної техніки та стелажного обладнання. Якщо ви комплексно проаналізуєте ці ресурси, то зможете домогтися максимальної продуктивності свого складу [26].

3.1.2 Керування запасами на складі

Управління складом – це акт організації та контролю всього на вашому складі і переконання, що все працює найоптимальнішим способом.

У межах мережі постачання постає питання не лише щодо того, які матеріали зберігати та в яких кількостях, а й у яких місцях. Варіанти можуть включати центри розподілу, присвячені конкретним ринкам або частинам асортименту продукції, центри розподілу, призначені для обслуговування певних географічних територій або регіональний розподіл центрів, які містять, наприклад, лінії продуктів, що швидко рухаються. Вибір залежить від таких факторів, як клієнтська база, асортимент продукції та необхідний рівень обслуговування. Це в свою чергу включає дотримання наступних факторів, а саме: облаштування складу та його інвентаризації, наявність та обслуговування відповідного обладнання, управління новими запасами, що надходять на підприємство, підбір/пакування та доставка замовлень та відстеження та покращення загальної продуктивності складу.

Управління складськими запасами займається товарами, що зберігаються на складах і в центрах розподілу. Деякі системи управління складом можуть також охоплювати запаси в складських приміщеннях або на полицях магазинів. Продукти в дорозі також технічно є частиною вашого інвентарю з юридичної та бухгалтерської точки зору, якщо умови продажу передбачають перехід права власності після доставки, але вони не завжди є

частиною систем управління складськими запасами [27].

Ефективне управління запасами на складі забезпечує точність і ефективність комплектування та пакування замовлень, підрахунок кількості та розташування запасів, а також прогнозування того скільки запасів вам знадобиться в майбутньому. По суті ви хочете мати під рукою потрібну кількість продукту, щоб задовольнити продажі, одночасно ефективно використовуючи капітал і уникаючи надмірного накопичення.

Обробка фізичних запасів є важливою метою управління складом. Основана мета управління складом полягає у тому, щоб точно знати скільки кожного елемента запасів у вас є під рукою та де його знайти [28].

Необхідно підтримувати адекватні запаси, щоб уникнути нестачі запасів, яка призведе до подальшої зупинки виробництва та невдоволення клієнтів. Слід уникати надмірних інвестицій у товарно-матеріальні цінності, оскільки це збільшує балансову вартість, що призводить до втрати прибутку. Ефективне управління запасами допомагає: взаємодія з клієнтами, покращення грошового потоку, уникнення скорочення, оптимізація виконання.

Сфера управління запасами включає:

а) планування запасів на основі прогнозу продажів і виробничих планів (включає в себе складання бюджетної класифікації та кодифікації товарно-матеріальних цінностей);

б) виконання інвентаризації – це встановлення рівнів запасів, фіксація норм рівня безпечних запасів, аналіз часу виконання, розрахунок витрат на запаси та рішення про ціну запасів;

в) контроль складів та запасів – це фізичний контроль за запасами, збереження запасів, мінімізація старіння та пошкодження, утилізація відходів, інвентаризація і система обліку та звітності.

Управління складським приміщенням не базується на стандартизації, воно неоднакове в різних галузях народного господарства. Це залежить від багатьох факторів, тобто оборотності матеріалів і специфікації попиту, типу

матеріалів, що впливає на товарообіг компанії, обсягу функціонування організаційної одиниці та її розміру.

Характеристики, яких треба дотримуватися для отримання якомога більшої користі:

а) ефективна класифікація, кодифікація, стандартизація та спрощення бланків заявок на матеріали бланків замовлень;

б) належне поводження з матеріалами та ефективне управління рухом;

в) добре сплановане зберігання та контроль запасів, належна авторизація надходжень та видачі;

г) належним чином продумані процедури перевірки запасів, а саме: безстрокова, періодична, миттєва перевірка;

г) ведення обліку запасів для контролю запасів під час виробництва або зберігання;

д) ефективна комунікаційна та управлінська інформаційна система, швидке та регулярне звітування щодо залишків запасів, випуску, надходжень, застарілих запасів, відходів, дефектних елементів;

е) аналіз товарно-матеріальних цінностей на різних засадах, щоб більше зосередитися на важливому та критичному об'єкті та таким чином полегшити управління за винятком;

є) використання комп'ютерів та електронної обробки даних, кількісних методів, методів дослідження операцій для контролю запасів;

ж) максимальна координація між відділами, пов'язаними з інвентаризацією, а саме: відділи закупівлі, приймання, перевірки, зберігання та фінансів [29].

Управління товарами на складі є дуже важливим елементом нормального функціонування будь-якої виробничої компанії. Запаси накопичені в ньому, повинні підтримуватися на належному рівні, який забезпечить безперервність виробництва і не створюватиме надмірних витрат. Робота на складі повинна відбуватися безпечно, ефективно і автоматично. У свою чергу складський простір має бути правильно

використаний і впорядкований, щоб уникнути проблем, викликаних пошуком певного асортименту. Склад повинен бути обладнаний відповідним обладнанням і мати відповідні транспортні засоби.

3.2 Розробка автоматизованої системи для виробничого складу дрібних деталей за рахунок застосування існуючих технологій

Розроблена система складу включає такі елементи:

а) використання модульних стрічок. Встановлення кількох модульних стрічок дозволить розширити місце на одній стороні, що в свою чергу дозволить зберігати кілька товарів на одній стороні.

Також наявність на ринку нових пластикових стрічок надають більшої свободи проектування, дозволяючи інженерам визначати розміри конвеєрів з більшою широтою.

Також відносна простота використання за рахунок конструкторської частини, що дозволять у разі поломки, замінити конкретну частину на іншу у короткий строк.

За рахунок управління модульними стрічками, можна завантажити товар у глибок стелажу і завантажити іншими, і у разі потреби розвантаження товару включати кілька стрічок, щодо заповнюваності ряду з товарами;

б) кран-штабелер замінити на компактний механізм руху по двох осях (вгору/вниз, вперед/назад) і встановити модульну стрічку для завантаження товару або в ліву сторону або в праву.

За рахунок неважкої ваги, механізм не займає багато місця і не такий енергоспоживаний;

в) система ярусів щодо габариту товару. Передбачувана система складатися з трьох ярусів і матиме такі характеристики (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Характеристика складської системи

	Вага	Конфігурація стійки	Габарити товару	Місткість одного поверху	Місткість яруса	Місткість системи
Ярус 1	< 35 кг	14 відсіків, 3 рівня, 4 товару (14 × 3 × 4)	від 600 мм до 750 мм	56 місць	168 місць	336 місць
Ярус 2	< 25 кг	17 відсіків, 3 рівня, 6 товарів (17 × 3 × 6)	від 450 мм до 600 мм	102 місць	306 місць	612 місць
Ярус 3	< 15 кг	23 відсіків, 4 рівня, 8 товарів (23 × 4 × 8)	від 300 мм до 450 мм	184 місць	736 місць	1472 місць
Загальне:						2420 місць

Нижче наведено графічне зображення передбачуваної складської системи (рис. 3.8 – 3.9).

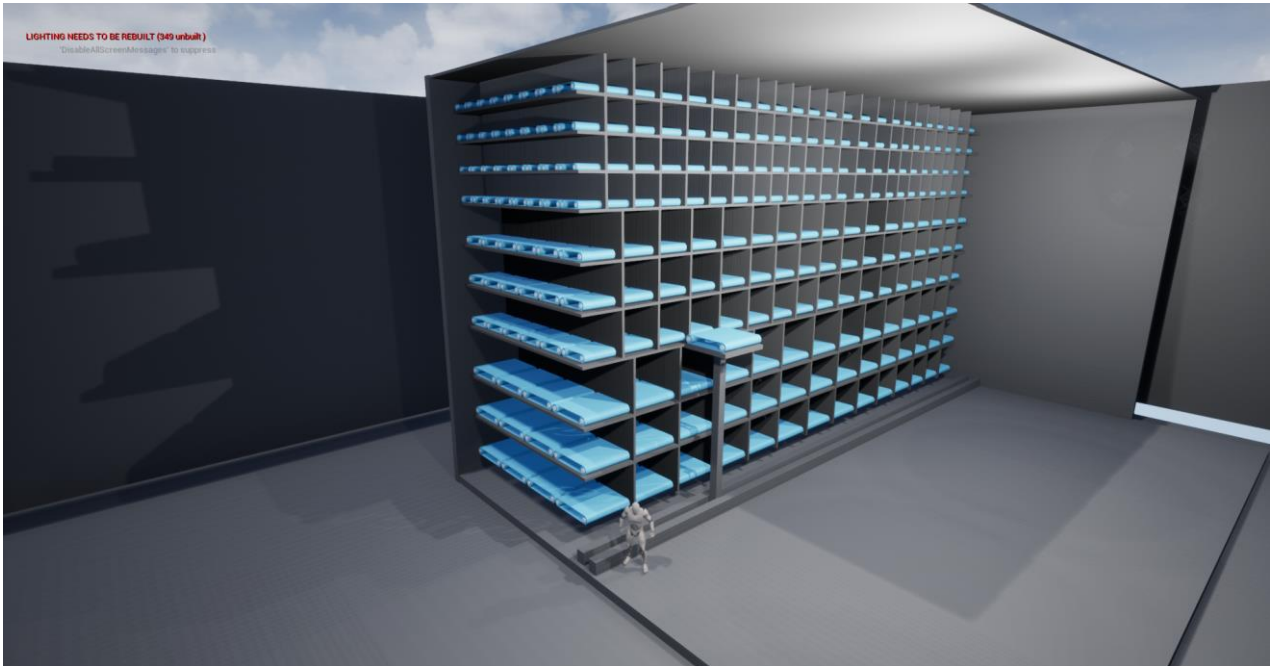


Рисунок 3.8 – Складська система для складу дрібних деталей (приклад 1)

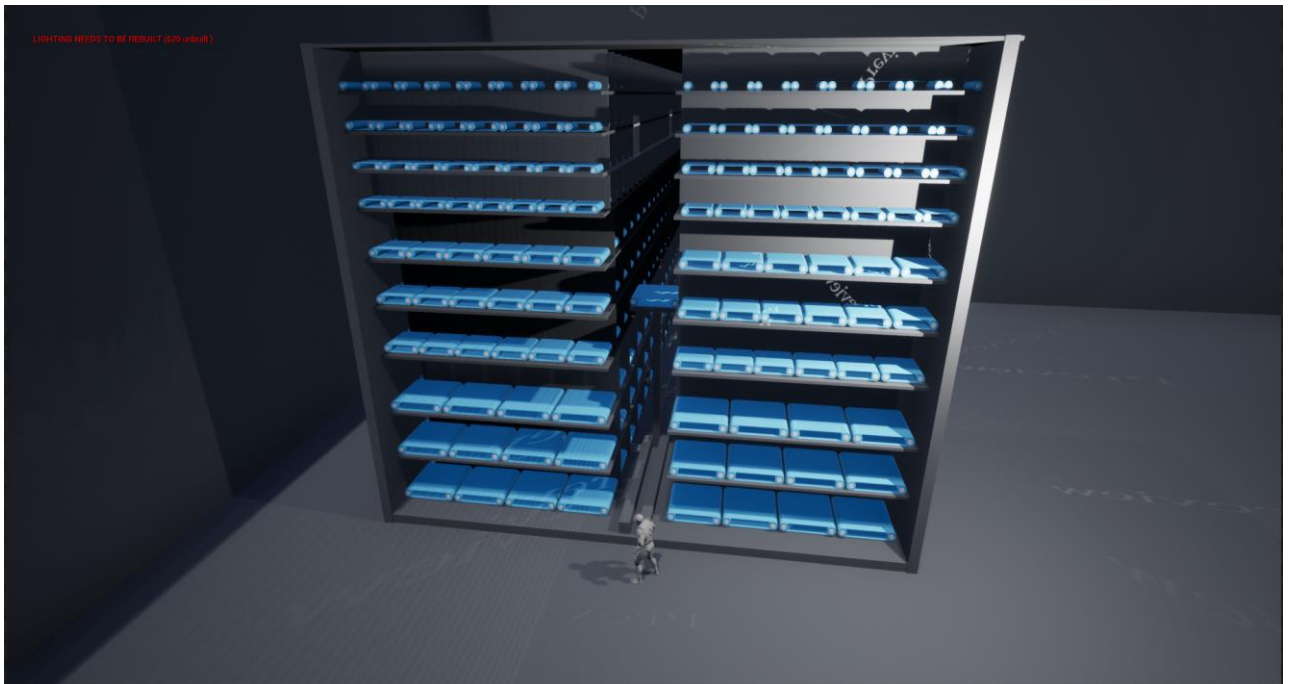


Рисунок 3.9 – Складська система для складу дрібних деталей (приклад 2)

3.3 Функціонування системи відносно персоналу

3.3.1 Відділ з валідності штрих-коду

Здібності «Відділу з валідності штрих-коду» зобов'язують контролювати фіксацію найменування товару, тобто коли «відділ по прийому товару» передає товар «відділу валідності штрих-коду», керівник повинен визначити щодо накладної, які товари відправити на місця працівників валідності штрих-коду, в яких входить в обов'язки введення даних, створення, друк та нанесення штрих-коду на товар

Перший крок роботи працівника з валідності штрих-коду – це введення даних щодо товару у вкладці «Введення даних» (його характеристики) або якщо товар вже має правильний штрих-код (тобто він валідний до нашої системи), тоді відразу додає в БД (рис. 3.10).

Рисунок 3.10 – Вкладка 1 «Введення даних» для введення даних

Після натискання кнопки «Додати властивості товару до БД» переходимо у вкладку «Таблиця доданих товарів» в якій бачимо щойно доданий товар з характеристиками (рис. 3.11).

Якщо на цьому етапі ми помітили помилку, ми можемо видалити запис, та повернутися у вкладку «Введення даних» і вже ввести коректно дані.

Потім обираємо товар для якого хочемо створити унікальний штрихкод та натискаємо кнопку «Зробити штрихкод товару»

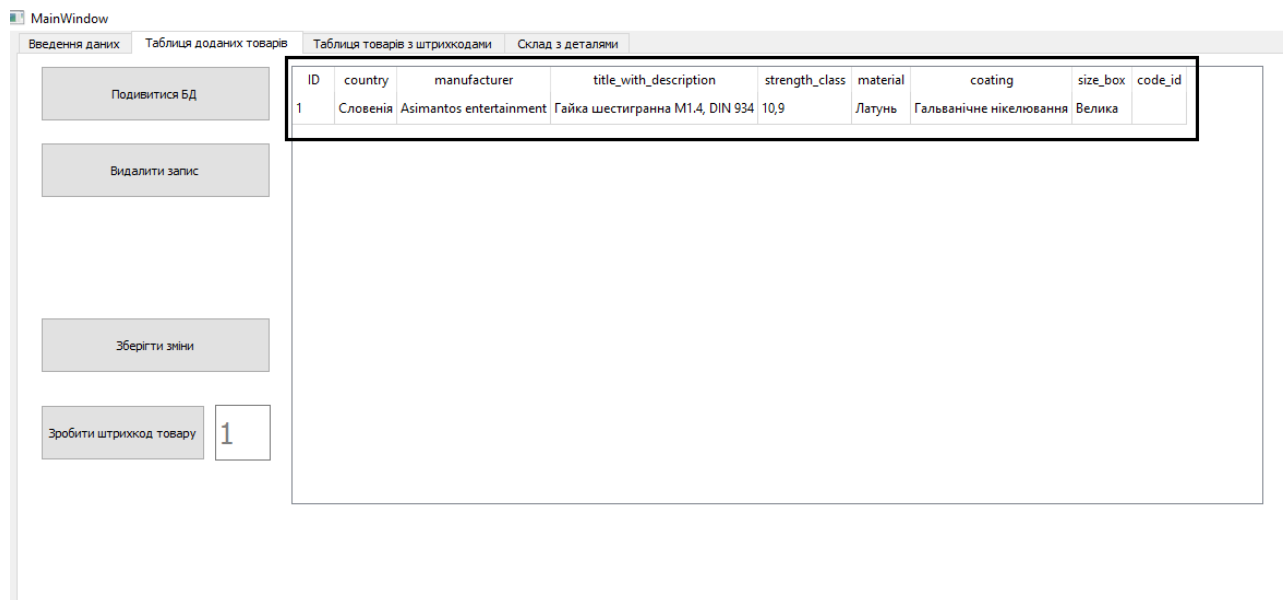


Рисунок 3.11 – Вкладка 2 «Таблиця доданих товарів» для введення даних

На третьому етапі переходимо у вкладку «Таблиця товарів з штрихкодами» у якій бачимо у першій колонці унікальний штрих-код відносно характеристик товару, а у другій колонці фіксується якщо ми маємо такий же штрих-код (тобто однаковий товар) то фіксуємо кількість однакових товарів (рис. 3.12).

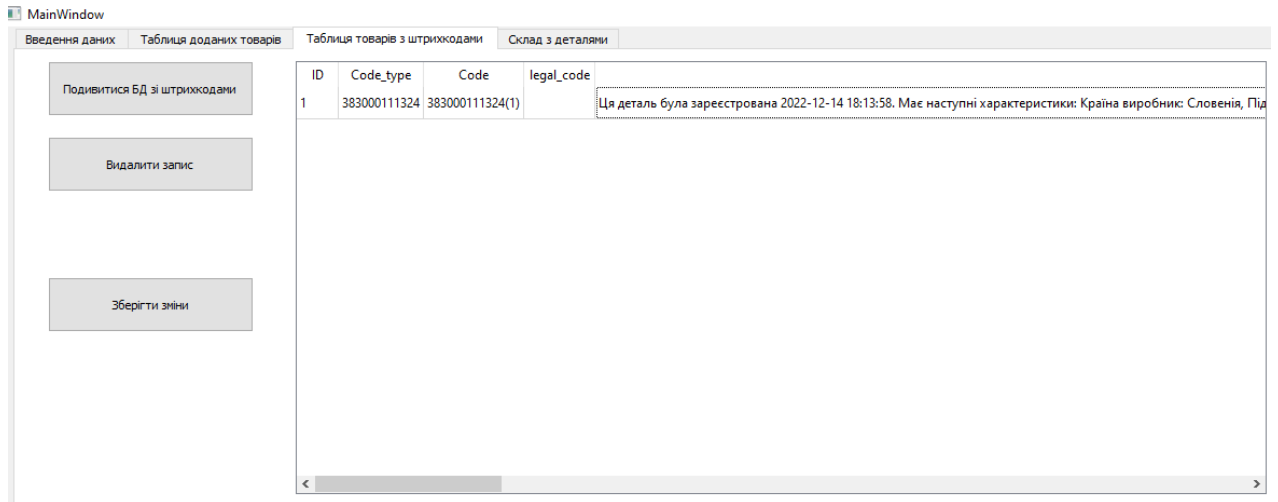


Рисунок 3.12 – Вкладка 3 «Таблиця товарів з штрихкодами» для введення даних

І якщо все влаштовує – переходимо у додаток створення штрих-коду, в якому обираємо щойно створений штрих-код і програма автоматично генерує для нього малюнок та контрольну тринадцяту цифру, яка відповідає за законність товару.

Отриманий малюнок штрих-коду друкуємо, натиснувши кнопку «Роздрукувати штрих-код». Кінцевий результат з контрольною цифрою заносимо до БД за допомогою кнопки «Занести до БД» (рис. 3.13).

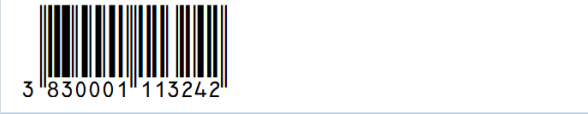
Наступним кроком працівник повинен приклеїти наліпку з штрих-кодом на товар і покласти його на місце відправки до складування на складську систему для того щоб «відділ завантаження/розвантаження складської системи» міг забрати готові товари з штрих-кодом.

Після виконання усіх кроків, працівник повертається до першого кроку і повторює процедуру.

■ EAN13 Barcode

Введіть код (12 цифр): Контрольна цифра:

Результат (Штрих-код EAN-13):



ID	Code_type	Code	legal_code	description
1	383000111324	383000111324(1)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-14 18:13:58. Має наступні характеристики: Країна виробни: Словенія, Підприємство: Asimant

Рисунок 3.13 – Додаток у якому створюється контрольний штрих-код та його зображення

3.3.2 Відділ з завантаження/розвантаження товару складської системи

Здібності «відділу з завантаження/розвантаження товару складської системи» зобов'язують працівника до етапу складування на складську систему, просканувати товар в окремому програмному забезпеченні переглянути чи є такий товар уже в БД (в яку раніше мав зафіксувати «працівник з валідації штрих-коду») для того, щоб зрозуміти, чи завантажувати товар (рис. 3.14).

При виявленні проблем, звернутися до керівника свого відділу.

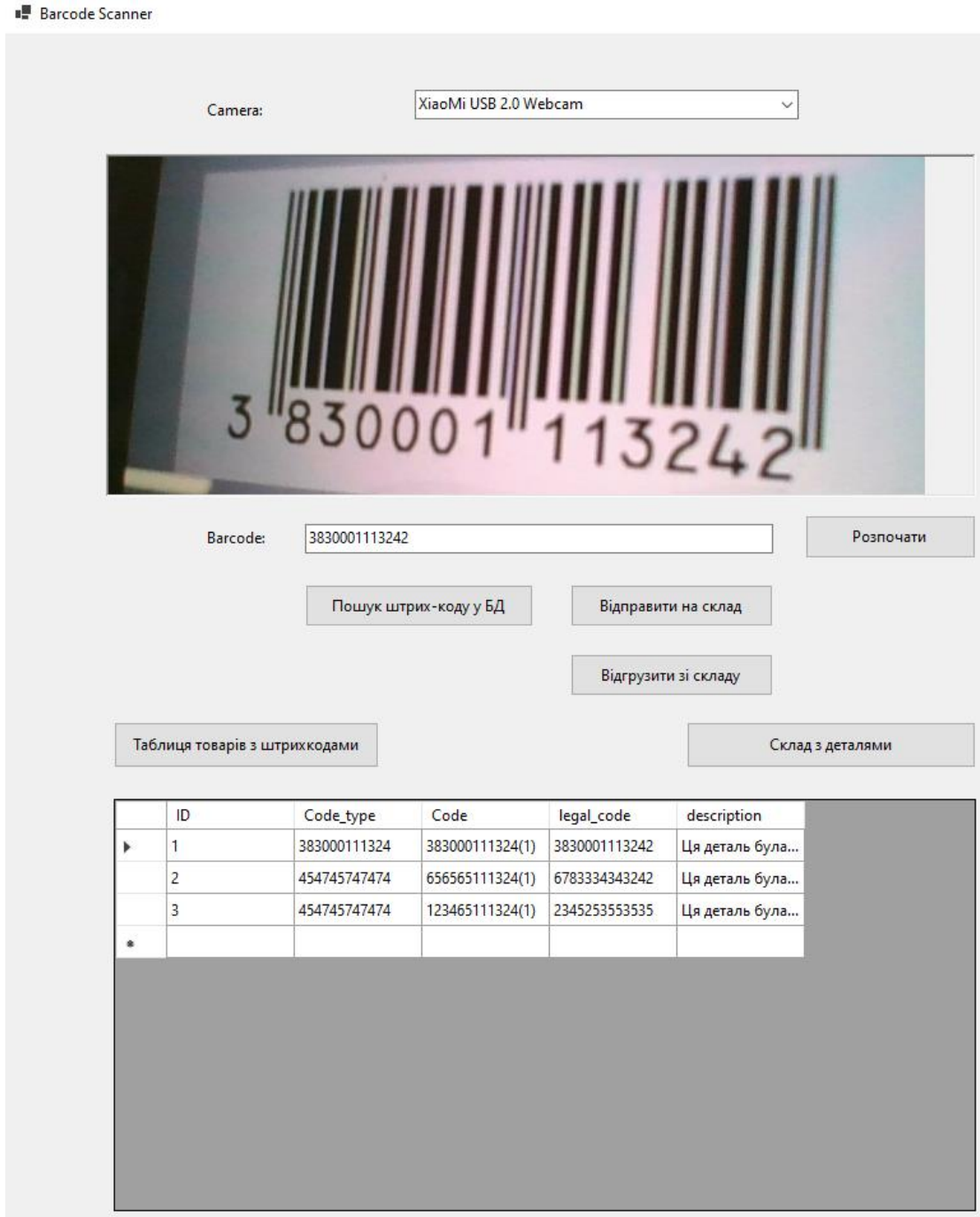


Рисунок 3.14 – Додаток для сканування штрих-коду (загальний вигляд)

Після сканування натиснувши на кнопку «Пошук штрих-коду у БД», він може побачити інформацію про сканований щойно товар (якщо він існує) (рис. 3.15).

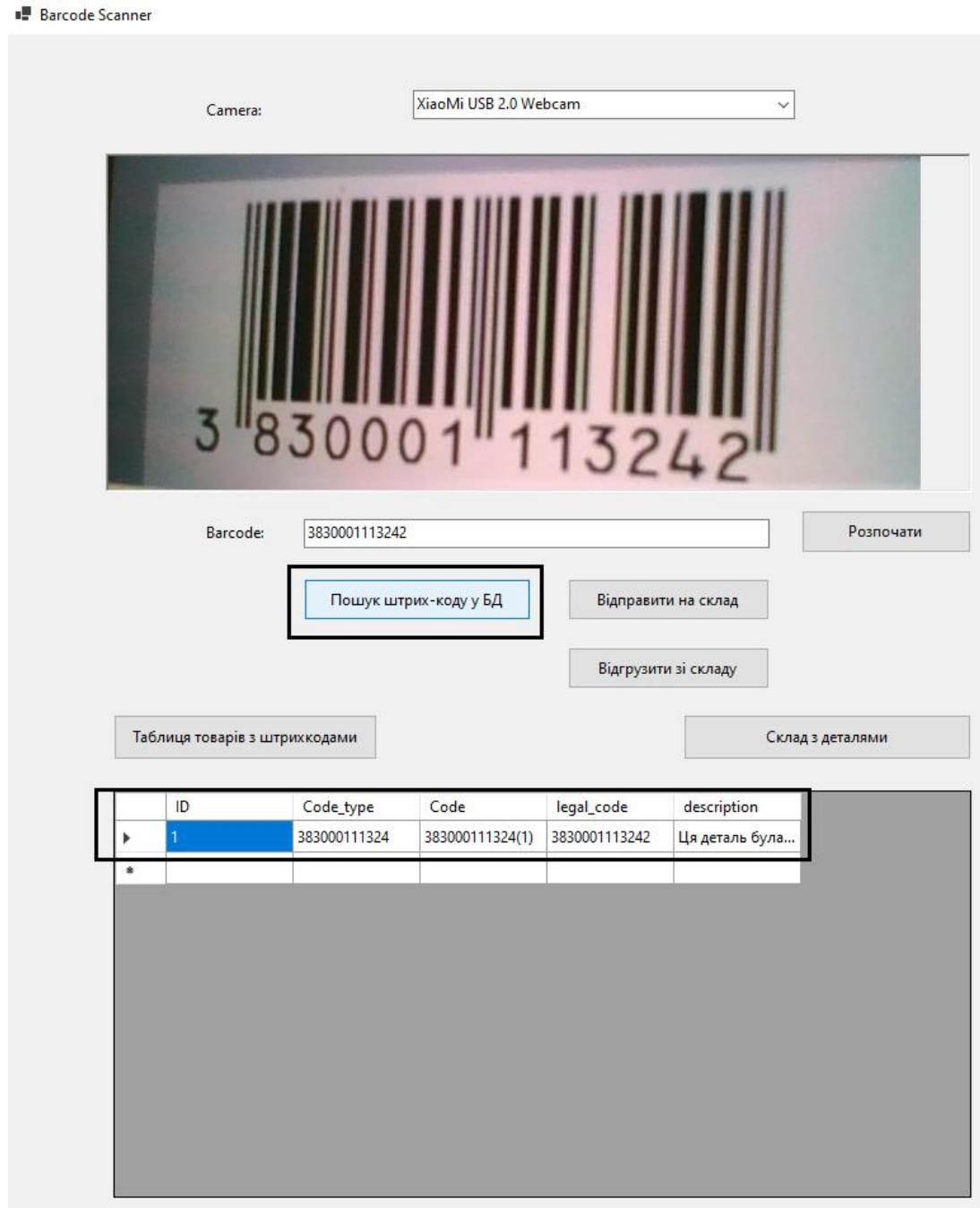


Рисунок 3.15 – Додаток для сканування штрих-коду (пошук штрих-коду у БД)

Наступним кроком натиснувши кнопку «Відправити на склад» відправляє товар на склад, після нетривалого часу в базі даних таблиця «Склад з деталями» з'явиться інформація, що щойно відправлений товар, щодо своїх габаритів (великий, середній, маленький) зберігається на певному

ярусі. У цьому випадку товар був у великій коробці, отже, перший ярус, перший поверх, перший рядок і перше місце. Якщо товар одного типу, то рядок повністю заповнюватиметься, що дозволить при розвантаженні звертатися відразу до потрібного товару. Тобто, завантаження різних типів товарів буде складуватись на різних рядках (рис. 3.16).

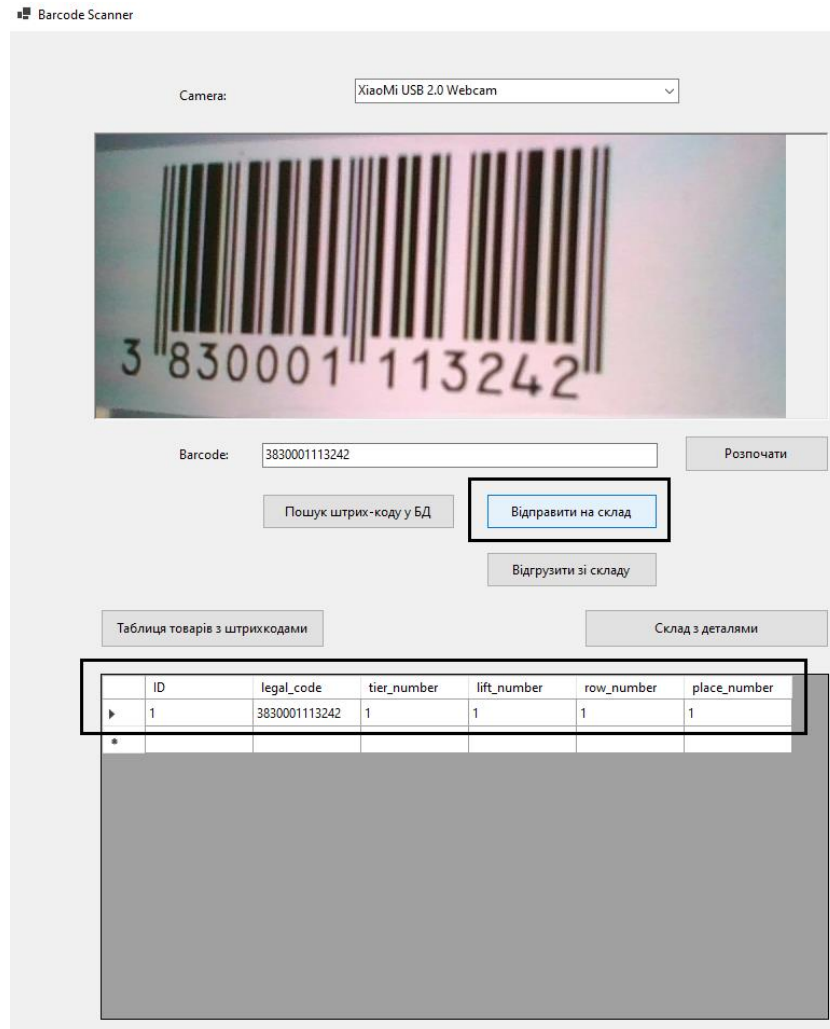


Рисунок 3.16 – Додаток для сканування штрих-коду (принцип додавання товару до складу)

Розвантаження відбувається таким чином: у поле «Barcode» вводить відповідний штрих-код, знаходить цей товар за допомогою «Пошук товару на складі», вибирає цей товар та натискає кнопку «Відгрузити зі складу»,

отримує товар та відправляє його «місце відвантаження» (рис. 3.17).

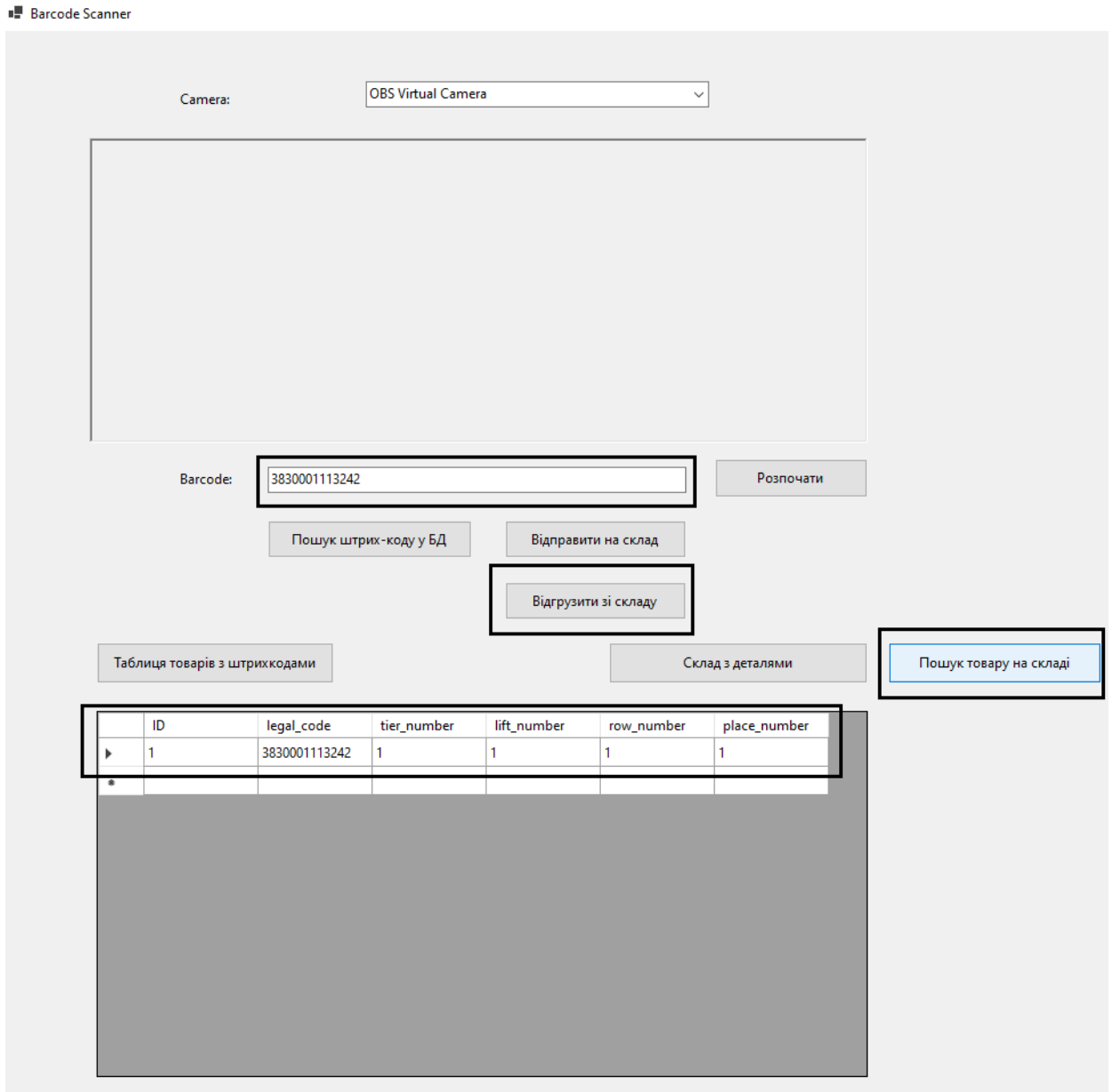


Рисунок 3.17 – Додаток для сканування штрих-коду (принцип розвантаження товару зі складу)

Після відвантаження товару, товар пропадає з таблиці бази даних «Склад з деталями» (рис. 3.18).

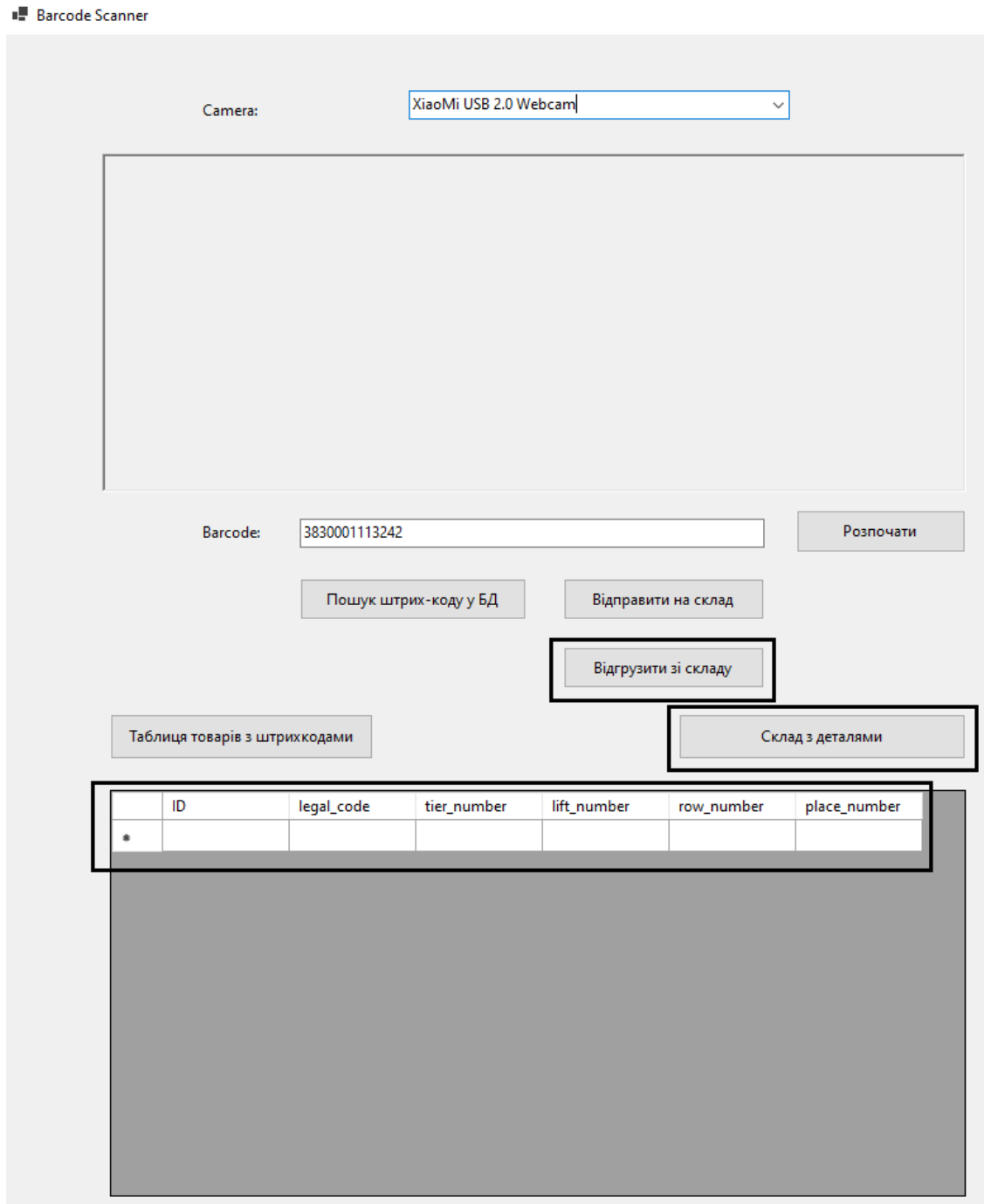


Рисунок 3.18 – Додаток для сканування штрих-коду (кінцевий результат відвантаження товару)

Приклад складування відносно габаритів товару та розташування товару у складській системі (рис. 3.19).

Barcode Scanner

Camera:

Barcode:

ID	legal_code	tier_number	lift_number	row_number	place_number
1	3830001113242	1	1	1	1
2	3830001113242	1	1	1	2
3	3830001113242	1	1	1	3
4	3830001113242	1	1	1	4
5	3830001113242	1	1	2	1
6	3830001113242	1	1	2	2
7	480000315915	1	1	3	1
8	480000315915	1	1	3	2
9	385000603132	2	4	1	1
10	385000603132	2	4	1	2
11	385000603132	2	4	1	3
12	385000603132	2	4	1	4

Рисунок 3.19 – Додаток для сканування штрих-коду (приклад завантаження товарів відносно габаритів товару)

Якщо ми хочемо відвантажити не крайній товар з складської системи (тобто усі товари які йдуть за ним), то система видасть повідомлення про неможливість цієї дії (рис. 3.20)

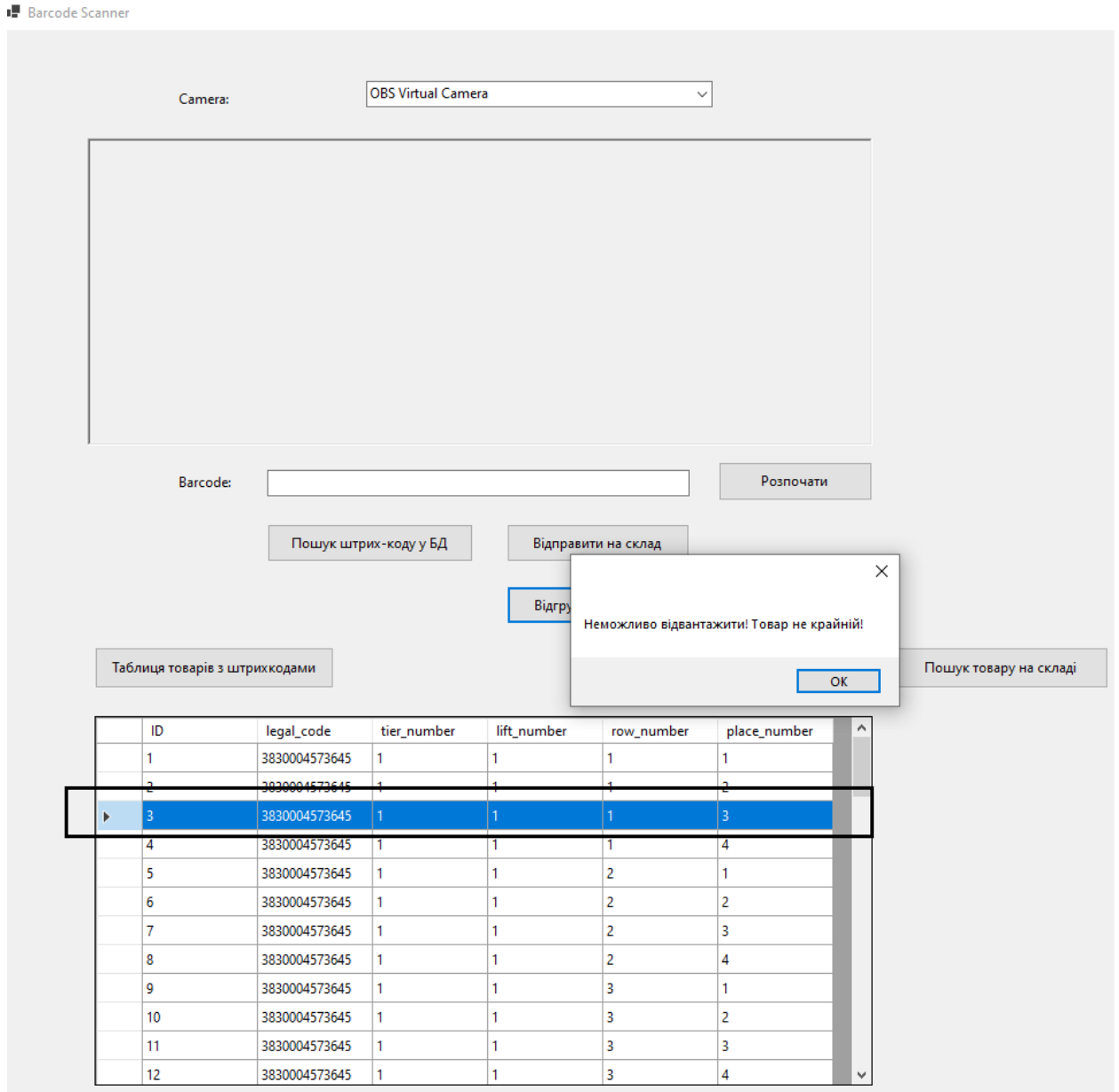


Рисунок 3.20 – Додаток для сканування штрих-коду (приклад неможливості відвантаження не крайнього товару)

3.4 Висновки до третього розділу

За допомогою цього розділу можна визначати завдання складу, прораховувати складські зони під різне обладнання, яке надалі буде встановлено на складі.

Детальне управління запасами, як звичайного товару, так і дрібних

деталей, дозволило зрозуміти принцип зберігання товарів залежно від своїх габаритів, і часу зберігання складі.

Для представлення нової складської системи було проаналізовано існуючі аналоги на ринку. Було з'ясовано недоліки щодо тематики дипломної роботи та на підставі їх надано систему з удосконаленими елементами.

Елементи являли собою технічну частину, яка зараз на ринку є новизною і вирішує ті чи інші проблеми. Або надає альтернативні рішення використанню застарілого обладнання.

Також було продемонстровано роботу деяких відділів пов'язаних з використанням додатків.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО СКЛАДУ ДРІБНИХ ДЕТАЛЕЙ

4.1 Середовища розробки

4.1.1 Мультиплатформенний фреймворк розробки «Qt»

Qt – це складний мультиплатформенний фреймворк розробки, який дозволяє швидко та зручно розробляти різноманітні програми. Він містить не лише бібліотеки, але й гарне інтегроване середовище розробки під назвою Qt Creator. Qt Creator допомагає створювати програми у візуальний спосіб, що корисно, коли ви створюєте бізнес-програми, такі як SFA, CRM або ERP-системи. Віджети з підтримкою даних QDataTable, QDataBrowser і QDataView (відомі як елементи керування/компоненти в парадигмі Win32/VCL) дуже просунуті та прості для розуміння.

Qt Creator розроблена норвезькою компанією Trolltech, яку у 2008 році поглинула Nokia. Анонс проекту проведено в жовтні 2008 року. Публічну бета-версію проекту було опубліковано 30 жовтня 2008 року. Фінальний випуск відбувся 3 березня 2009 року (разом з виходом Qt 4.5). Після укладення стратегічної спілки з Microsoft Nokia втратила інтерес до розвитку технологій Qt. У березні 2011 фінська компанія Digia, оголосила про укладення угоди з Nokia про викуп прав на комерційне ліцензування та надання послуг з підтримки розробки з використанням бібліотеки Qt. У вересні 2012 Nokia повністю відмовилася від Qt і Digia викупила у Nokia весь бізнес і програмні технології, пов'язані з Qt.

В основному Qt використовують для створення дуже швидких та високопродуктивних додатків. Це месенджери, ігри чи складні ресурсомісткі програми. Він популярний у сферах, що мають підвищені вимоги щодо

безпеки ПЗ. Серед них:

а) промисловість та транспортна галузь. На C++ та Qt пишуть програми для роботів, які використовуються на виробництвах, у перевезенні вантажів та інших схожих галузях. Qt використовують для написання програмного забезпечення для автомобілів, кораблів та інших видів транспорту;

б) медтехніка. Фреймворк застосовують під час створення програмних систем та інтерфейсів для медичного устаткування;

в) інтернет речей. На C++ із Qt пишуть логіку для «розумних» приладів, які підключаються до інтернету речей [30].

З використанням Qt написані месенджер Telegram, продукти Autodesk, оточення робочого столу для багатьох систем під ядром Linux та ін.

4.1.2 MySQL Workbench

MySQL – це система керування реляційною базою даних з відкритим кодом. Як і в інших реляційних базах даних, MySQL зберігає дані в таблицях, що складаються з рядків і стовпців. Користувачі можуть визначати, маніпулювати, контролювати та запитувати дані за допомогою мови структурованих запитів, більш відомої як SQL. Ім'я MySQL є комбінацією «Му», імені доньки творця MySQL Майкла Віденіуса, та «SQL».

Гнучка та потужна програма MySQL є найпопулярнішою системою баз даних з відкритим кодом у світі. Будучи частиною широко використовуваного стеку технології LAMP (який складається з операційної системи на базі Linux, веб-сервера Apache, бази даних MySQL і PHP для обробки), він використовується для зберігання та отримання даних у широкому спектрі популярних програм, веб-сайти та служби.

MySQL є одним із найпопулярніших торгових марок програмного забезпечення RDBMS, яке реалізує модель клієнт-сервер. Отже, як клієнт і сервер спілкуються в середовищі RDBMS? Вони використовують доменно-спеціальну мову – структуровану мову запитів (SQL). Якщо ви коли-небудь

зустрінете інші назви, які містять SQL, як-от PostgreSQL і Microsoft SQL server, швидше за все, це бренди, які також використовують синтаксис Structured Query Language. Програмне забезпечення RDBMS часто пишеться на інших мовах програмування, але завжди використовує SQL як основну мову для взаємодії з базою даних. Сама MySQL написана на C і C++.

Інформатик Тед Кодд розробив SQL на початку 1970-х років за допомогою реляційної моделі на основі IBM. Він став більш широко використовуватися в 1974 році і швидко замінив подібні, на той час застарілі мови, ISAM і VISAM. Крім історії, SQL повідомляє серверу, що робити з даними. Він схожий на ваш пароль або код WordPress. Ви вводите його в систему, щоб отримати доступ до панелі приладів [31]. У цьому випадку оператори SQL можуть наказати серверу виконати певні операції:

- запит даних: запит конкретної інформації з існуючої бази даних;
- маніпулювання даними: додавання, видалення, зміна, сортування та інші операції для зміни даних, значень або візуальних елементів;
- ідентичність даних: визначення типів даних, напр. зміна числових даних на цілі. Це також включає визначення схеми або зв'язку кожної таблиці в базі даних;
- контроль доступу до даних: надання методів безпеки для захисту даних, це включає рішення, хто може переглядати або використовувати будь-яку інформацію, що зберігається в базі даних.

4.1.3 C# Windows Forms Applications

Windows Forms – це бібліотека класів графічного інтерфейсу користувача (GUI), яка входить до складу .Net Framework. Його основна мета – надати простіший інтерфейс для розробки програм для настільних комп'ютерів, планшетів і ПК. Його також називають WinForms. Програми, розроблені за допомогою Windows Forms або WinForms, відомі як програми Windows Forms, які працюють на настільному комп'ютері. WinForms можна

використовувати лише для розробки програм Windows Forms, а не веб-програм. Програми WinForms можуть містити різні типи елементів керування, такі як мітки, поля зі списками, підказка тощо.

На відміну від пакетної програми, вона витрачає більшу частину свого часу просто на очікування, поки користувач щось зробить, наприклад, заповнить текстове поле або натисне кнопку. Код програми можна написати на мові програмування .NET, наприклад C# або Visual Basic.

Windows Forms надає доступ до власних загальних елементів керування інтерфейсу користувача Windows, загортаючи існуючий API Windows у керований код. За допомогою Windows Forms .NET Framework забезпечує більш повну абстракцію над Win32 API, ніж у Visual Basic або MFC [32].

Windows Forms схожа на бібліотеку Microsoft Foundation Class (MFC) у розробці клієнтських програм. Він надає оболонку, що складається з набору класів C++ для розробки програм Windows. Однак він не забезпечує стандартну структуру додатків, як MFC. Кожен елемент керування в програмі Windows Forms є конкретним екземпляром класу.

Таким чином, можемо привести такі можливості застосунку Windows Forms:

- windows Forms у програмі C# – це програма, яка працює на робочому столі комп'ютера. Visual Studio Form разом із C# можна використовувати для створення програми Windows Forms;

- елементи керування можна додати до форм Windows C# за допомогою панелі інструментів у Visual Studio. Такі елементи керування, як мітки, прапорці, перемикачі тощо, можна додати до форми за допомогою панелі інструментів;

- можна також використовувати розширені елементи керування, такі як елемент керування переглядом дерева та елемент керування PictureBox;

– обробники подій використовуються для відповіді на події, створені з елементів керування. Найпоширенішим є той, який додається для події натискання кнопки.

4.1.4 Бібліотека Zxing та Zbar

Бібліотека підтримує декодування та генерування штрих-кодів (наприклад, QR-код, PDF 417, EAN, UPC, Aztec, Data Matrix, Codabar) у зображеннях.

Проект є портом бібліотеки зчитування штрих-кодів і генератора ZXing на основі Java. ZXing.Net є портом ZXing, багатоформатної бібліотеки обробки зображень 1D/2D штрих-кодів з відкритим вихідним кодом. Він був перенесений вручну з великою кількістю оптимізацій та покращень.

Декодер підтримує такі штрих-коди: UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, Code 39, Code 93, Code 128, ITF, Codabar, MSI, RSS-14 (всі варіанти), QR Code, Data Matrix, Aztec і PDF-417.

Кодер підтримує такі формати: UPC-A, EAN-8, EAN-13, Code 39, Code 128, ITF, Codabar, Plessey, MSI, QR Code, PDF-417, Aztec, Data Matrix.

Доступні збірки для таких платформ:

- .Net 2.0, 3.5, 4.0, 4.5, 4.6 і 4.7 Бібліотека класів Windows RT і компоненти середовища виконання (winmd);
- .NET Standard / .NET Core / UWP;
- портативна бібліотека класів;
- Unity3D (.Net 2.0, створений без посилання System.Drawing);
- Xamarin.Android (раніше Mono для Android) прив'язки до CoreCompat.System.Drawing, ImageSharp, SkiaSharp, OpenCVSharp, Magick, Kinect V1 і V2;
- підтримка взаємодії COM, може використовуватися з VBA.

4.2 Проєктування бази даних

4.2.1 Опис сутностей в БД

Описавши предметну область, проаналізувавши призначення і функції розроблюваного програмного продукту можна виділити наступні сутності, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Сутності та їх атрибути

Сутність	Опис
characteristics	Зберігає попередню інформацію про товар, що надійшов на склад
codes	Щодо попередньої інформації про товар зберігає унікальний (неостаточний) штрих-код товару та детальний опис його
warehouse	Зберігає інформацію про положення товару на складі (його ярус, поверх, ряд та місце)

4.2.2 Фізична модель БД

Фізична модель даних визначає всі моделі реляційних даних та об'єкти бази даних. Він створюється з використанням рідної мови бази даних системи управління базами даних (СУБД). Він також може бути створений шляхом перетворення логічної моделі. Фізична модель даних використовується адміністраторами баз даних для оцінки розміру систем баз даних та для планування потужностей. Обмеження моделі фізичних даних, такі як розмір, конфігурація та безпека, можуть змінюватися залежно від основної системи баз даних.

Системи управління базами даних призначені для зберігання й управління всіма типами даних, включаючи географічні (просторові) дані. СУБД оптимізовані для подібних завдань, тому в багатьох ГІС вбудована підтримка СУБД. Ці системи не мають подібних з ГІС інструментів для аналізу й візуалізації.

До апаратного забезпечення системи відносяться:

- накопичувачі для зберігання інформації (звичайно диски з переміщуваними головками) разом із приєднаними пристроями уведення-виводу, контролерами пристроїв, каналами уведення-виводу й т. п.;
- процесор (або процесори) разом з основною пам'яттю, що використовується для підтримки роботи програмного забезпечення системи.

Між властиво фізичною базою даних (тобто даними, які в дійсності збережені) і користувачами системи розташовується рівень програмного забезпечення – система управління базами даних, СУБД (database management system). Всі запити користувачів на доступ до бази даних обробляються СУБД; можливості додавання файлів (або таблиць), вибірки й відновлення даних у цих файлах або таблицях також забезпечує СУБД.

Основна функція, виконувана СУБД – це надання користувачеві бази даних можливості працювати з нею, не вникаючи в деталі на рівні апаратного забезпечення (користувач більше відсторонений від цих деталей, чим прикладний програміст, що використовує середовище програмування). Іншими словами, СУБД дозволяє користувачеві розглядати базу даних як об'єкт більше високого рівня в порівнянні з апаратним забезпеченням, а також підтримує користувальницькі операції, що виражаються в термінах високого рівня, (наприклад, операції, які можна виконувати за допомогою мови SQL).

На основі тематики дипломної роботи, була побудована реляційна модель реалізації. Опис реляційної бази даних і їх атрибутів наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Опис таблиць бази даних

Назва таблиці	Назва атрибута	Тип атрибута	розмірність	NULL / NOT NULL	КЛЮЧ
characteristics	ID	INT	–	NOT NULL	PK
	country	VARCHAR	40	DEFAULT NULL	–
	manufacturer	VARCHAR	40	DEFAULT NULL	–
	title_with_description	VARCHAR	150	DEFAULT NULL	–
	strength_classes	DOUBLE	–	DEFAULT NULL	–
	material	VARCHAR	40	DEFAULT NULL	–
	coating	VARCHAR	40	DEFAULT NULL	–
	product_list	VARCHAR	2000	NOT NULL	–
	code_id	INT	–	DEFAULT NULL	–
codes	ID	INT	–	AUTO_INCREMENT	PK
	Code_type	VARCHAR	25	DEFAULT NULL	–
	Code	VARCHAR	25	DEFAULT NULL	–
	legal_code_type	VARCHAR	25	DEFAULT NULL	–
	description	VARCHAR	500	DEFAULT NULL	–
warehouse	ID	INT	–	AUTO_INCREMENT	PK
	legal_code_type	INT	–	DEFAULT NULL	–
	tier_number	INT	–	DEFAULT NULL	–
	lift_number	INT	–	DEFAULT NULL	–
	row_number	INT	–	DEFAULT NULL	–
	place_number	INT	–	DEFAULT NULL	–

4.2.3 Розробка збережених процедур

4.2.3.1 Створення системи перетворення словесного типу даних у числовий

Була створена унікальна збережна процедура, що зберігається під певні завдання, а саме під створення унікального штрих-коду формату EAN-13, для цього було визначено призначення цифр під різні характеристики товару, що дозволило створити штрих-код під товар. У таблиці 4.1 наведено призначення цифр під характеристики товару.

Таблиця 4.3 – Призначення цифр у штрих-кодi формату EAN-13

12 цифр	Опис
1-3 цифри (000-999)	код Національної Асоціації товарної нумерації, що привласнила штрих-код продукції
4-7 цифри (0000-9999)	код, присвоєний підприємству національним реєстратором
8-12 – цифри (00000-99999)	код товару, де певний набір цифр може відповідати за назву, властивості, розмір, масу, матеріал товару
13 цифра (0-9)	Контрольна цифра, яка відповідає за законність товару

Для коду товару, а саме для дрібних деталей, було створено унікальну систему призначення окремих цифр для характеристик товару. Таблиця 4.4 демонструє реалізацію призначення окремих цифр для нашої системи.

Таблиця 4.4 – Призначення цифр для бази даних

5 цифр	Опис
1-2 цифра (00-99)	Відповідає за назву деталі, його стандарту розмірність та міжнародний стандарт, у якому можна знайти детальну інформацію
3 цифра (0-9)	Клас міцності деталі, тобто яке навантаження може витримати деталь
4 цифра (0-9)	Матеріал, з якого була виготовлена деталь
5 цифра (0-9)	Покриття нанесене на об'єкт відносно тонкого поверхневого шару іншого матеріалу

Принцип роботи збереженою процедури полягає у тому, що вона використовує дані з таблиці «characteristics» (рис. 4.1).

ID	country	manufacturer	title_with_description	strength_class	material	coating	size_box	code_id
1	Словенія	Deem	Шестигранний Болт M4x8, DIN 933	6	Мідний сплав	Гальванічне нікелювання	Маленька	1
2	Україна	Screwtype	Шестигранний Болт M8x12, DIN 933	5.6	Мідний сплав	Гаряче цинкування	Велика	2
3	Болгарія	Mini Tear	Шайба M5x15x1.2 плоска збільшена, DIN 9021	12.9	Нержавіюча сталь	Гальванічне нікелювання	Середня	3
4	Філіппіни	Asimantos entertainment	Гайка шестигранна M1.4, DIN 934	6	Латунь	Гаряче цинкування	Велика	4
5	Болгарія	Mini Tear	Шайба M5x15x1.2 плоска збільшена, DIN 9021	12.9	Нержавіюча сталь	Гальванічне нікелювання	Середня	5

Рисунок 4.1 – Рисунок таблиці «characteristics»

Наступним кроком робить перетворення з словесного типу на унікальний штрих-код та додає вже в окрему таблицю під назвою «codes», і у разі повторення тих самих характеристик товару, створює товар з таким же штрих-кодом і з додатковою цифрою, яка позначає кількість одного і того ж товару (рис. 4.2).

ID	Code_type	Code	legal_code	description
1	383000501634	383000501634(1)	NULL	Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:38. Має наступні характеристики: Країна виробник: Словенія, Підприємство: Deem, Назва: Шестиграний Бол...
2	482000403132	482000403132(1)	NULL	Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:39. Має наступні характеристики: Країна виробник: Україна, Підприємство: Screwture, Назва: Шестиграний Бо...
3	380000617414	380000617414(1)	NULL	Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:40. Має наступні характеристики: Країна виробник: Болгарія, Підприємство: Mini Tear, Назва: Шайба, плоска з...
4	480000111622	480000111622(1)	NULL	Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:42. Має наступні характеристики: Країна виробник: Філіппіни, Підприємство: Asimantos entertainment, Назва: Гайка ...
5	380000617414	380000617414(2)	NULL	Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:40:13. Має наступні характеристики: Країна виробник: Болгарія, Підприємство: Mini Tear, Назва: Шайба, плоска збільшена, Стандарт: DIN 9021, Діаметр різьблення кріпильного виробу: 5, Діаметр(зовнішній): 5,3 мм, діаметр(внутрішній): 15 мм, Висота шайби: 1,2 мм, Клас міцності: 12,9, Матеріал: Нержавіюча сталь. Сталь із покриттям: Гальванічне нікелювання.

Рисунок 4.2 – Рисунок таблиці «codes»

4.2.3.2 Створення автоматичної системи складування товару

Ця процедура дозволяє додавати товар до складської системи щодо характеристик складу, тобто відбувається логіка для ситуації коли потрібно завантажити товар не в порядковому номері від 1 до нескінченності, а за розподілом відносно відсіків. Тобто перший товар завантажується в перший ярус, 1 поверх, 1 рядок, 1 місце.

За допомогою набору правил, які ґрунтуються на умовах, характеристик складської системи, тобто її місткості по ширині, довжині і висоті, можна запрограмувати систему складування (приклад логіки для одного ярусу) (рис. 4.3).

```

if (@current_place_number >=4 and @current_row_number <14 and @current_lift_number <=3) then
    set @current_row_number = @current_row_number + 1;
    set @current_place_number = 1;
elseif (@current_place_number >=4 and @current_row_number >= 14 and @current_lift_number < 3) then
    set @current_lift_number = @current_lift_number +1;
    set @current_place_number = 1;
    set @current_row_number = 1;
elseif (@current_place_number < 4) then
    set @current_place_number = @current_place_number +1;
elseif(@current_place_number >= 4 and @current_row_number >= 14 and @current_lift_number >=3) then
    set @current_lift_number = null;
    set @current_place_number = null;
    set @current_row_number = null;
end if;

```

Рисунок 4.3 – Частина коду з правилами складування товару

Процедура відповідає за те, щоб була можливість перегляду товару на складській системі, а саме коли система буде заповнюватися, у таблиці буде такий запис: «унікальний штрих-код» «1» «1» «12» «4» – що відповідає як: ярус 1, поверх 1, рядок 12, місце 4. На рисунку 4.4 можна побачити як працює логіка програми, відносно заданих характеристик складської системи, працює завантаження по всім місцям складу, що дозволяє оператору контролювати займаність складу тих чи інших товарів.

	ID	legal_code	tier_number	lift_number	row_number	place_number
	44	3830004573645	1	1	11	4
	45	3830004573645	1	1	12	1
	46	3830004573645	1	1	12	2
	47	3830004573645	1	1	12	3
	48	3830004573645	1	1	12	4
	49	3830004573645	1	1	13	1
	50	3830004573645	1	1	13	2
	51	3830004573645	1	1	13	3
	52	3830004573645	1	1	13	4

Рисунок 4.4 – Вигляд БД з товарами на складі відносно їх місць

Та у разі повної заповнюваності складу, використовується початкова умова в якій задані крайні характеристики по довжині, ширині та висоті, якщо вона перевищує їх - товар складуватися не буде, що дозволяє оператору у разі похибки не зламати логіку складування складської системи.

4.3 Порядок розробки програмного забезпечення

В даному розділі описується вся взаємодія різноманітних працівників складу з програмним забезпеченням. А саме:

- ПЗ для відділу по валідності штрихкоду;
- ПЗ для відділу з завантаження/розвантаження товару до складської системи.

Для роботи вкладок працівників, були зроблені програмовані частини описані нижче.

4.3.1 Підключення БД до додатків

Підключаємо базу даних до різних додатків, а саме до Qt. З'єднання відбувалось таким чином (рис. 4.5).

```
#include <QMainWindow>
#include <QSqlDatabase>
#include <QtSql>
#include <QDebug>

MainWindow::MainWindow(QWidget *parent)
    : QMainWindow(parent)
    , ui(new Ui::MainWindow)
{
    ui->setupUi(this);
    db = QSqlDatabase::addDatabase("QMYSQL");
    db.setHostName("localhost");
    db.setDatabaseName("magistrDiplom");
    db.setUserName("root");
    db.setPassword("1111");
    if(!db.open())
    {
        qDebug() << db.lastError().text();
        return;
    }
    else
        qDebug() << "Good";
}
```

Рисунок 4.5 – Підключення БД до Qt

Насамперед, підключаємо бібліотеки для взаємодії та використання бази даних, такі як: «QSqlDatabase», «QtSql».

Перший рядок створює об'єкт з'єднання, а останній відкриває його. У проміжку ініціалізується деяка інформація про з'єднання, включно з ім'ям з'єднання, ім'ям бази даних, ім'ям вузла, ім'ям користувача, паролем. В `addDatabase()` вказує тип драйвера бази даних, щоб використовувати для з'єднання. Як тільки з'єднання встановлено, можна викликати статичну функцію `QSqlDatabase::database()` з будь-якого місця програми із зазначенням

імені з'єднання, щоб отримати вказівник на це з'єднання. Якщо не надіслати ім'я з'єднання, вона поверне стандартне з'єднання.

Також підключаємо базу даних до додатку Windows Form. Процес підключення відбувався таким чином (рис. 4.6).

```

using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace EAN13_Barcode
{
    Ссылка: 2
    public partial class Form1 : Form
    {
        public static string connectionString = "server = localhost; " +
            "user = root; database = magistrDiplom; " +
            "password = 1111;";

        private MySqlConnection myConnection;
        ссылка: 1
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();

            myConnection = new MySqlConnection(connectionString);
            myConnection.Open();
        }
    }
}

```

Рисунок 4.6 – Підключення БД до Windows Form

Підключаємося до бази даних за допомогою простору імен «MySql.Data.MySqlClient» і отримуємо деяку інформацію про сервер MySQL. Імпортуємо елементи провайдера даних MySQL. Потім встановлюємо з'єднання з базою даних, вказуючи ім'я хоста, ім'я користувача, пароль і ім'я бази даних. Створюємо об'єкт MySqlConnection. Цей об'єкт використовується для відкриття з'єднання з базою даних. Інструкція «using» звільняє ресурс підключення до бази даних, коли змінна виходить за межі видимості та відчиняємо підключення до бази даних.

4.3.2 Програмування окремих кнопок для отримання потрібного результату

Основне завдання додатків – отримання інформації з БД, та взаємодія з нею. Для того щоб елемент «tableView» в додатку Qt приймав дані БД, була написана така частина коду (рис. 4.7).

```

model = new QSqlTableModel(this,db);
model->setEditStrategy(QSqlTableModel::OnManualSubmit);
model->setTable("characteristics");

ui->tableView->setSizeAdjustPolicy(QAbstractScrollArea::AdjustToContents);
ui->tableView->horizontalHeader()->setSectionResizeMode(QHeaderView::ResizeToContents);
ui->tableView->verticalHeader()->setVisible(false);
}

void MainWindow::on_BD_characteristics_clicked()
{
    model->select();
    ui->tableView->setModel(model);
}

```

Рисунок 4.7 – Частина коду QT для отримання даних с БД

Це дозволило звертатися безпосередньо до БД через «tableView».

Після того, як ми зробили взаємодію між «tableView» і БД, програмуємо кнопки для різних змін в додатку QT, які безпосередньо впливають на БД (рис. 4.8 – 4.9).

Реалізація кнопок була зроблена через віджет «QPushButton». Вона є найбільш часто використовуваних віджетом в графічному інтерфейсі.

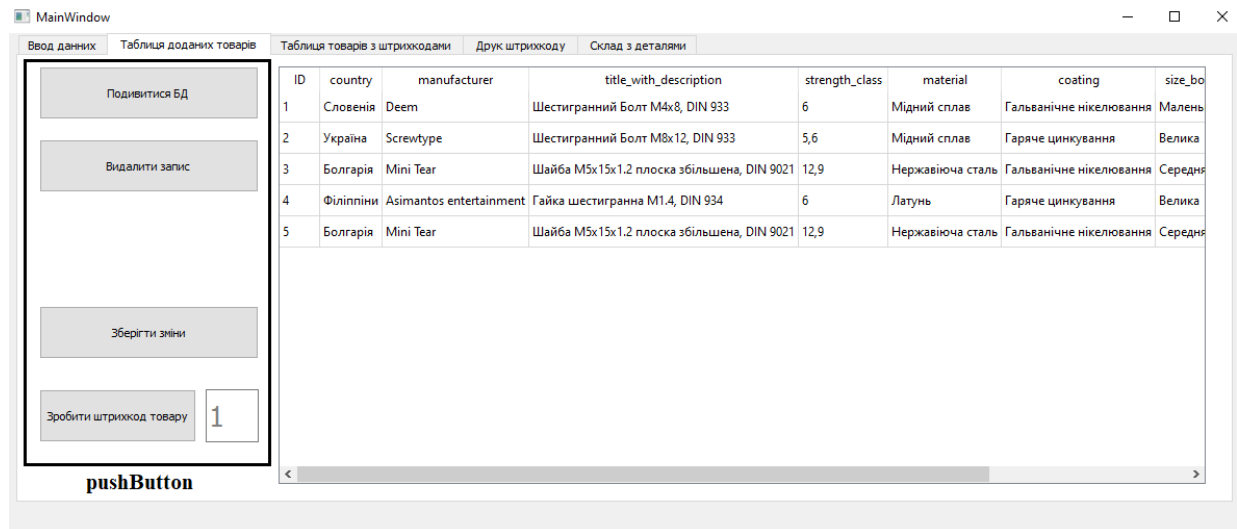


Рисунок 4.8 – Візуальні кнопки «pushButton»

```

void MainWindow::on_BD_characteristics_clicked()
{
    model->select();
    ui->tableView->setModel(model);
}

void MainWindow::on_delete_characteristics_clicked()
{
    auto removeRowIndex = ui->tableView->currentIndex().row();
    if(removeRowIndex >= 0)
        model->removeRow(removeRowIndex);
    ui->tableView->hideRow(removeRowIndex);
}

void MainWindow::on_save_characteristics_clicked()
{
    model->submitAll();
}

```

Рисунок 4.9 – Запрограмовані кнопки «pushButton»

Натискання (клацання) кнопки вказує комп'ютеру, що необхідно виконати дію або відповісти на питання. У моєму випадку, кнопка випускає сигнал `clicked()` коли активізується мишею, клавішею пробілу.

Для того що б елемент «dataGridView» на Windows Form приймав дані БД, була написана така частина коду (рис. 4.10).

```
private void dataGridView1_MouseClick(object sender, MouseEventArgs e)
{
    ...
    textBox1.Text = dataGridView1.CurrentRow.Cells[1].Value.ToString();
    ...
}
```

Рисунок 4.10 – Частина коду Windows Form для отримання даних с БД

Це дозволило звертатися безпосередньо до БД через «dataGridView».


Після того, як ми зробили взаємодію між «dataGridView» і БД, програмуємо кнопки для різних змін в додатку Windows Form, які безпосередньо впливають на БД (рис. 4.11 – 4.12).

EAN13 Barcode

Enter Code (12 digits):

Your Check Digit:

Result (EAN-13 Barcode):



3 830005 01634 1

button

Занести до БД

Друк штрихкоду

Склад з деталями

ID	Code_type	Code	legal_code	description
1	383000501634	383000501634(1)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:38. Має наступні характеристики: Країна виробник: Словенія, Підприємство: Deem, H
2	482000403132	482000403132(1)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:39. Має наступні характеристики: Країна виробник: Україна, Підприємство: Screwturn,
3	380000617414	380000617414(1)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:40. Має наступні характеристики: Країна виробник: Болгарія, Підприємство: Mini Tear,
4	480000111622	480000111622(1)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:32:42. Має наступні характеристики: Країна виробник: Філіппіни, Підприємство: Asimant
5	380000617414	380000617414(2)		Ця деталь була зареєстрована 2022-12-13 17:40:13. Має наступні характеристики: Країна виробник: Болгарія, Підприємство: Mini Tear,
*				

Рисунок 4.11 – Візуальні кнопки «button»

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string selectQuery1 = "SELECT * FROM codes";
    DataTable table = new DataTable();
    MySqlDataAdapter adapter = new MySqlDataAdapter(selectQuery1, myConnection);
    adapter.Fill(table);
    dataGridView1.DataSource = table;
}
```

Рисунок 4.12 – Запрограмовані кнопки «button»

За допомогою Windows Forms розробили графічну програму, яку просто розгортати, оновлювати і з якими зручно працювати як в автономному режимі, так і в мережі. Програма Windows Forms отримує доступ до локального обладнання та файлової системи комп'ютера, на якому працює програма.

4.4 Забезпечення безпеки умов праці складського персоналу

Безпека на складах – це набір нормативних вказівок і найкращих галузевих практик, які допомагають складському персоналу забезпечити безпечне робоче середовище та закріпити безпечну поведінку під час роботи на складах. Для сталого функціонування складу здоров'я та безпека мають бути пріоритетними, бо рівень смертельних травм у складській галузі вищий, ніж середній показник по країні для всіх галузей.

Склади можуть бути небезпечними місцями для роботи. Важливо розуміти загальні складські небезпеки, оскільки вони можуть спричинити травми, а в екстремальних випадках – ще гірше.

Головний керівник повинен забезпечити дотримання таких загальних вимог з охорони праці:

- для всіх приміщень складського призначення повинні бути визначені їх категорія щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до

вимог ДСТУ БВ.1.1-36:2016, а також клас зони згідно з «Правилами будови електроустановок» (НПАОП 40.1-1.32-01);

– у складських приміщеннях дозволяється розміщувати лише робочі місця комірників (обліковців, відбракувальників, товарознавців) з огороженням їх застаканими перегородками з негорючих матеріалів заввишки не менше 1,8 м, які не повинні перешкоджати евакуації людей та матеріальних цінностей;

– на кожне приміщення складу повинен бути розроблений план організації гасіння пожежі, з визначенням заходів щодо розбирання штабелів, а також з урахуванням залучення працівників підприємства та техніки;

– під час зберігання у складських приміщеннях різних речовин та матеріалів повинні враховуватись їх пожежонебезпечні фізико-хімічні властивості, здатність до окислення, самонагрівання і займання в разі потрапляння вологи, взаємодії з повітрям тощо;

– на складі мають бути обладнані пункти (пости) з достатньою кількістю первинних засобів пожежогасіння;

– горючі конструкції складських будівель повинні бути оброблені вогнезахисними речовинами;

– використання опалювальних електронагрівальних приладів допускається лише у приміщеннях для обслуговуючого персоналу та побутових приміщеннях, відокремлених від складських приміщень протипожежними перегородками і перекриттями;

– не дозволяється зберігання вантажів, тари, вантажних механізмів на рампі складу;

– у складських приміщеннях, у яких застосовуються або зберігаються речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні концентрації газів і парів, повинні бути встановлені автоматичні газоаналізатори для контролю за станом повітряного середовища.

Перед початком роботи начальник повинен одягти спецодяг і засоби індивідуального захисту та забезпечити:

- перевірку наявності достатнього освітлення;
- перевірку пристроїв системи витяжної вентиляції у приміщеннях, де складаються небезпечні речовини;
- прибирання складського приміщення і території від сторонніх предметів;
- перевірку справності всіх механізмів, обладнання, підіймально-навантажувальних пристроїв, транспортних засобів та зливально-наливних споруд;
- перевірку наявності та комплектності медичних аптечок і засобів пожежогасіння.

Під час роботи начальник повинен виконати вимоги щодо:

- безпечності експлуатації устаткування і механізмів;
- утримання виробничих приміщень і робочих місць та улаштування санітарно-побутових приміщень відповідно до санітарно-гігієнічних норм і правил.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

- прибрати інструменти, пристрої, пристосування у відведені для них місця;
- забезпечити прибирання території складу та рампи;
- проконтролювати виконання вимог щодо вимкнення всіх приладів (механізмів), що споживають електроенергію;
- зняти спецодяг і захисні засоби, очистити їх від бруду, помістити у відведене для зберігання місце та перевдягатися;
- повідомити безпосереднього керівника про всі недоліки (надзвичайні події), які мали місце під час роботи та вжиті заходи по їх усуненню.

Відносно конструкції складу, конвеєрне обладнання широко використовується при транспортуванні вантажів від складу до складу. Однак конвеєри становлять серйозну небезпеку для працівників, зокрема можуть зачепитися за обладнання та бути враженими предметами, що падають. Для забезпечення безпеки складу важливо зробити наступне:

- забезпечити належне захисне обладнання між конвеєром і працівником, щоб захистити від заплутування одягу, частин тіла та волосся;
- під час технічного обслуговування та ремонту конвеєра дотримуйтеся належних процедур блокування;

Також надзвичайно важливо, щоб процедури безпеки були виконані належним чином. Вимоги щодо запобігання травмам:

- правильне використання захисного обладнання;
- видалення потенційних загроз безпеці;
- визначення та позначення небезпечних зон;
- належне навчання та курси перед остаточним працевлаштуванням;
- підвищення обізнаності;
- безпека стелажів, складських систем;
- інструктаж з питань пожежної безпеки;
- встановлення добре функціонуючої вентиляції.

Робота на складі без належних заходів безпеки та процедур може бути небезпечною.

Але за умови належних заходів безпеки ці інциденти можна значно зменшити. Це допомагає отримати базові знання про поширені травми на виробництві на складах, про те, як їм запобігти, а також про порядок надання першої допомоги у разі травми [33].

Створення умов, які забезпечують комфорт і безпеку складських працівників, сприяє добробуту співробітників і підвищенню рівня виробництва. Правильне освітлення та вентиляція, робоча температура від 24 °C до 25 °C і ресурси для покращення ергономічних умов впливають на продуктивність, прогули та тривалість роботи, а також на точність роботи.

Майже за будь-яким показником продуктивності грошова частина, витрачена на комфорт робочої сили, окупаються, що може надихати працівників на більший рівень лояльності до компанії та тенденцію до довгострокової роботи.

4.4 Висновки до четвертого розділу

Цей розділ є програмною реалізацією. У ньому описано використовувані середовища розробки, для чого вони були використані і що з їх допомогою можна досягти.

Окремо було описано розробку бази даних, яка дозволить взаємодіяти з різними додатками за рахунок підключення бібліотек, що дозволяє реалізовувати складні завдання у різних середовищах розробки.

Були описані основні системи для реалізації механізмів зчитування штрих-кодів, перетворення тестового виду на числову та автоматичну систему складування в складській системі.

Всі ці елементи дозволили в кінцевому рахунку реалізувати всі технічні можливості, а також проаналізувати використання існуючих технологій для використання в конкретних завданнях.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи ми ознайомилися з різними видами складських систем на складі що надалі заподіяло визначення конкретної складської системи для реалізації дипломної роботи.

Було розроблено програмне забезпечення для автоматизації управління складу дрібних деталей, за допомогою якого можна організувати автоматизовану роботу для різних відділів складу, таких як складування/вивантаження товару у складській системі, та створення ідентифікатору товару за допомогою штрих-коду.

Визначились із завданням складу, прораховували складські зони під різне обладнання. Детальне управління запасами дрібних деталей, дозволило зрозуміти принцип зберігання товарів залежно від своїх габаритів.

Розробили різноманітні схеми для візуалізації роботи працівників на складі, а саме:

- лінійну структуру складу через можливість управління суворо контрольовано керівником конкретного відділу та її працівникам, що дозволяє чітко організовувати роботу;

- організаційну схему, яка дозволила виділити конкретні завдання для різних підрозділів;

- алгоритмічну роботу складу за допомогою якої були описані детальні послідовні дії деяких відділів, а саме працівників, які в основному пов'язані з роботою з додатками.

Розробили бази даних, які дозволяють взаємодіяти з різними додатками за рахунок підключених бібліотек, що в свою чергу надало змогу реалізовувати складні завдання в різних середовищах розробки.

Були описані основні системи для реалізації механізмів зчитування штрих-кодів, перетворення тестового вигляду на числову та автоматичну систему складування у складській системі.

Проаналізували існуючі аналоги на ринку. З'ясували недоліки щодо тематики дипломної роботи та на підставі їх надали систему з удосконаленими елементами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008: 2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. К.: ДП “УкрНДНЦ”. 2016. 30 с.
2. Дипломне проектування для студентів усіх форм навчання спеціальностей 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»/ упоряд. І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.В. Токарева, Г.В. Пономарьова. Київ, 2018. 320.
3. Методичні вказівки з підготовки та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології, освітньо-професійних програм: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп’ютерно інтегровані технологічні процеси і виробництва», «Комп’ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд. І. Ш. Невлюдов, Р. В. Артюх, В. В. Безкоровайний, Н. П. Демська, В. В. Євсєєв, О. І. Филипенко, О. М. Цимбал. Харків: ХНУРЕ, 2021. 55 с.
4. Методи оптимізації бази даних для забезпечення швидкого пошуку в цій базі даних / Кулик О. О., Трофимов Н. С., Невлюдова В. В. Харків: Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference, 2021. 414 с.
5. Автоматизація виробництва та виробничих процесів. Автоматизація виробничих процесів 2022. URL: <https://peskiadmin.ru/uk/avtomatizaciya-proizvodstva-i-proizvodstvennyh-processov.html> (дата звернення 09.10.2022).
6. John J. Bartholdi III. WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE Release 0.96 / John J. Bartholdi III , Steven T. Hackman, 2016. 323 p.

7. Design and Methodology of Automated Guided Vehicle 2016. URL: https://www.researchgate.net/publication/301261727_Design_and_Methodology_of_Automated_Guided_Vehicle (дата звернення 09.10.2022).
8. Automated Storage and Retrieval Systems 2022. URL: <https://www.mhi.org/fundamentals/automated-storage> (дата звернення 10.10.2022).
9. The advantages of a plastic modular belt 2020. URL: <https://inbakery.com/the-advantages-of-plastic-modular-belt/> (дата звернення 15.10.2022).
10. Modular Plastic Belt Conveyors: Pros, Cons, and Top Alternatives 2022. URL: <https://www.b2eautomation.com/insights/modular-plastic-belt-conveyors-pros-cons-and-top-alternatives>(дата звернення 18.10.2022).
11. Large Loads with Stacker Crane AS/RS Systems 2022. URL: <https://www.bastiansolutions.com/solutions/technology/asrs/unit-load-asrs/> (дата звернення 02.12.2022).
12. Unit Load AS/RS Model Systems 2022. URL: <https://www.daifuku.com/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/unitload-asrs/model-system/> (дата звернення 03.12.2022).
13. Vertical Buffer Module (VBM) 2022. URL: <https://www.kardex.com/en/products/vertical-buffer-modules>(дата звернення 03.12.2022).
14. Barcode Scanning System 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/358660068_Barcode_Scanning_System (дата звернення 20.10.2022).
15. EAN 13 – The Barcode Number 2021. URL: <https://www.gs1india.org/blog/ean-13-the-barcode-number/> (дата звернення 22.10.2022).
16. Hardware implementation of an EAN-13 barcode decoder 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/4012338_Hardware_implementation_of_an_EAN-13_bar_code_decoder (дата звернення 24.10.2022).

17. Barcode Technology and its Application in Libraries 2019. URL: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6896&context=libphilprac> (дата звернення 26.10.2022).

18. EAN 13 Barcode Explained 2022. URL: <https://www.softmatic.com/barcode-ean-13.html> (дата звернення 28.10.2022).

19. Advantages of barcode printers and guidelines for use 2017. URL: <https://www.tcangpos.com/article/detail/Advantages-of-barcode-printers-and-guidelines-for-use.html> (дата звернення 01.11.2022).

20. Barcode label printer market 2022. URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/barcode-label-printer-market-A13295> (дата звернення 03.11.2022).

21. Проблеми обліково-аналітичного забезпечення управління підприємницькою діяльністю : матеріали II Міжнар. наук. – практ. конф. (м. Полтава, 21 квітня 2021 р.) / за ред. Пилипенко К. А. Полтава : ПДАУ, 2021. С. 165 – 170.

22. Організаційна структура управління: сутність та класифікація / Дорошенко М.П., Вороніна В.Л. Полтавська державна аграрна академія 2019. С. 52 – 54.

23. Basic principles and peculiarities of organization of logistics in military units of the National Guard of Ukraine / Nesterenko O.M., Chirva Yu.E. // YoungScientist. 2016. N. 5 (32). P. 119 – 122.

24. Модернізація складських приміщень підприємства на базі WMS 2015. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2015-4_0-pages-210_215.pdf (дата звернення 08.11.2022).

25. Марченко В.М. Логістика: Підручник/ В.М. Марченко, В.В. Шутюк. К.: Видавничий дім «Артек», 2018. С. 141 – 149.

26. Розрахунок технологічних зон складу 2021. URL: <https://forstor.ua/ua/customer-reference/skladskaya-logistika/raschet-tehnologicheskikh-zon-sklada/> (дата звернення 12.11.2022)

27. Warehouse Inventory Management Guide: Best Practices, Case Studies, and Expert Advice 2020. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/warehouse-inventory-management-guide.shtml> (дата звернення 15.11.2022).

28. Warehousing and inventory management 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/360734122_WAREHOUSING_AND_INVENTORY_MANAGEMENT (дата звернення 18.11.2022).

29. Storing small sized products 2021. URL: <https://www.interlakemecalux.com/warehouse-manual/storage-systems/storage-small-parts-items> (дата звернення 21.11.2022).

30. Getting Started with Qt 2022. URL: <https://developer.toradex.com/linux-bsp/application-development/gui/getting-started-with-qt/> (дата звернення 28.11.2022).

31. What is MySQL: MySQL Explained For Beginners 2022. URL: <https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-mysql> (дата звернення 29.11.2022).

32. C# Windows Forms Application Tutorial with Example 2022. URL: <https://www.guru99.com/c-sharp-windows-forms-application.html> (дата звернення 01.12.2022).

33. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: https://dnaop.com/html/1692/doc%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_40.1-1.32-01 (дата звернення 04.12.2022).