МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY FOR EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ZAPORIZHZHYA NATIONAL UNIVERSITY

ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ
FACULTY OF MANAGEMENT

КАФЕДРА ПІДПРИЄМНИЦТВА, МЕНЕДЖМЕНТУ ОРГАНІЗАЦІЙ ТА ЛОГІСТИКИ
CHAIR OF ENTREPRENEURSHIP, MANAGEMENT OF ORGANIZATIONS AND LOGISTICS

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

на тему Оптимізація складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» з використанням сучасних технологій

THESIS FOR THE MASTER'S DEGREE

Optimization of warehouse logistics at ZAPORIZHZHYAVTORRESURSY LLC using modern technologies

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу магістратури, групи 8.0734–л
спеціальності 073 Менеджмент
освітньої програми Логістика
М.Ю. Батерук
Керівник доц. каф. ПМОіЛ, доц., к.е.н. Т.С. Павлюк
Рецензент доц. каф. ПМОіЛ, к.е.н. В.О. Шишкін

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет менеджменту
Кафедра підприємництва, менеджменту організацій та логістики
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 073 Менеджмент, освітня програма Логістика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Павлюк Т.С.
«____» _____20___ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Батерука Мирослава Юрійовича

1. Тема роботи Оптимізація складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» з використанням сучасних технологій
керівник роботи Павлюк Тетяна Сергіївна, к.е.н., доц.,
затверджені наказом ЗНУ від «___»_____20__ року №___
2. Строк подання здобувачем роботи «___»_____ 20__ р.
3. Вихідні дані до роботи документи фінансової та статистичної звітності досліджуваного підприємства за останні роки, наукові праці, спеціальна економічна література, матеріали періодичного друку в яких висвітлюються проблеми формування системи управління персоналом.
4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Кваліфікаційна робота магістра складається з основної частини і додаткової. Основна частина містить такі структурні елементи: вступ, сутність (3 розділи – теоретичний, аналітико-дослідницький, проектно-рекомендаційний), висновки та рекомендації, список використаних джерел. 1 Розділ – Теоретико-методологічні основи складської логістики – складається з 3 підрозділів: 1.1 Поняття, сутність та функції складської логістики; 1.2 Система управління складськими процесами в логістичному ланцюгу; 1.3 Класифікація та характеристика методів оптимізації складської діяльності; 2 Розділ – Аналіз організації складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» – складається з 3 підрозділів: 2.1 Загальна характеристика діяльності підприємства; 2.2 Організація логістичних процесів на підприємстві; 2.3 Аналіз існуючої системи складського господарства; 3 Розділ – Напрями оптимізації складської логістики на підприємстві ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» – складається з 3 підрозділів: 3.1 Виявлення проблем та «вузьких місць» у складській логістиці; 3.2 Впровадження

сучасних інформаційних технологій управління складами (WMS-системи, штрих-кодування, RFID); 3.3 Оптимізація логістичних витрат та підвищення ефективності складських процесів.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Павлюк Т.С. доцень кафедри підприємництва, менеджменту організацій та логістики факультету менеджменту ЗНУ	10.09.2025 р.	10.09.2025 р.
2	Павлюк Т.С. доцень кафедри підприємництва, менеджменту організацій та логістики факультету менеджменту ЗНУ	02.10.2025 р.	02.10.2025 р.
3	Павлюк Т.С. доцень кафедри підприємництва, менеджменту організацій та логістики факультету менеджменту ЗНУ	12.11.2025 р.	12.11.2025 р.

6. Дата видачі завдання 10.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження теми, складання змісту	вересень	виконано
2	Вивчення літературних джерел	вересень	виконано
3	Збирання матеріалу на підприємстві	вересень	виконано
4	Обробка матеріалу	вересень	виконано
5	Виконання розділу 1	вересень	виконано
6	Виконання розділу 2	жовтень	виконано
7	Виконання розділу 3	листопад	виконано
8	Формулювання висновків	листопад	виконано
9	Оформлення роботи, одержання відгуку та рецензії	листопад	виконано
10	Подання роботи на кафедру	грудень	виконано

Здобувач вищої освіти _____ М.Ю. Батерук
(підпис)

Керівник роботи _____ Т.С. Павлюк
(підпис)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ ___В.О. Шишкін_____
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: «Оптимізація складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» з використанням сучасних технологій»: 105 сторінок, 24 таблиць, 8 рисунків, 15 формул, Перелік посилань нараховує 41 найменування.

Актуальність теми зумовлена критичною роллю складської логістики у конкурентоспроможності підприємств з переробки вторинної сировини. Відсутність сучасних систем управління призводить до втрат продуктивності (до 44,44%) та надмірних транспортних витрат.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації складської логістики ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій та удосконалення бізнес-процесів.

Об'єктом дослідження є система складської логістики підприємства з переробки вторинної сировини. Предметом дослідження виступають процеси управління складськими операціями, запасами та інформаційними потоками.

Інформаційну базу роботи становлять наукові праці вітчизняних та зарубіжних учених, фінансова та управлінська звітність ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ», статистичні дані, нормативно-правові акти. Використано методи системного аналізу, ABC-XYZ аналізу.

Систематизовано засади складської логістики. Виявлено ключові проблеми підприємства: відсутність WMS/адресного зберігання (втрати часу 18,75%), високі транспортні витрати (52,5%) та простої через застарілу техніку (20–25 днів на рік).

СКЛАДСЬКА ЛОГІСТИКА, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ, ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, WMS-СИСТЕМА, ВТОРИННА СИРОВИНА, УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ABSTRACT

Qualification work: 105 pages, 24 tables, 8 figures, 15 formulas, The list of links includes 41 items.

The relevance of the topic is due to the critical role of warehouse logistics in the competitiveness of secondary raw materials processing enterprises. The lack of modern management systems leads to productivity losses (up to 44.44%) and excessive transportation costs.

The purpose of the qualification work is to develop scientifically substantiated recommendations for optimizing warehouse logistics at «ZAPORIZHZHYAVTORRESURSY» through the implementation of modern information technologies and business process improvement.

The object of research is the warehouse logistics system of a secondary raw materials processing enterprise. The subject of research includes warehouse operations management processes, inventory control, and information flows.

The information base consists of scientific works by domestic and foreign scholars, financial and management reports of «ZAPORIZHZHYAVTORRESURSY», statistical data, and regulatory documents. Methods of system analysis, ABC-XYZ analysis.

The basics of warehouse logistics were systematized. Key problems of the enterprise were identified: lack of WMS/address storage (time loss 18.75%), high transportation costs (52.5%), and downtime due to outdated equipment (20-25 days per year).

WAREHOUSE LOGISTICS, WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM, LOGISTICS PROCESS OPTIMIZATION, AUTOMATION, WMS SYSTEM, SECONDARY RAW MATERIALS, INVENTORY MANAGEMENT, ECONOMIC EFFICIENCY

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

LLC – Limited Liability Company – товариство з обмеженою відповідальністю;

WMS – Warehouse Management System – система управління складом;

IoT – Internet of Things – Інтернет речей;

CRM – Customer Relationship Management – система управління взаємовідносинами з клієнтами;

ABC-аналіз – метод класифікації ресурсів підприємства за ступенем їх вартості;

XYZ-аналіз – метод класифікації ресурсів за стабільністю попиту;

EOQ – Economic Order Quantity – економічний розмір замовлення;

КВЕД – Класифікація видів економічної діяльності;

ПЕТ – поліетилентерефталат.

ЗМІСТ

ВСТУП…….....……8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ……..11
1.1 Поняття, сутність та функції складської логістики.....11
1.2 Система управління складськими процесами в логістичному ланцюгу……..21
1.3 Класифікація та характеристика методів оптимізації складської діяльності ……...31
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» ……40
2.1 Загальна характеристика діяльності підприємства .....……40
2.2 Організація логістичних процесів на підприємстві ……47
2.3 Аналіз існуючої системи складського господарства …….……56
РОЗДІЛ 3 НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» …….....……65
3.1 Виявлення проблем та «вузьких місць» у складській логістиці ...…65
3.2 Впровадження сучасних інформаційних технологій управління складами (WMS-системи, штрих-кодування, RFID) ……72
3.3 Оптимізація логістичних витрат та підвищення ефективності складських процесів ……...……..83
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ……....…….....96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …….....101

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах глобалізації економіки та посилення конкурентної боротьби на ринку переробки вторинної сировини ефективна організація складської логістики стає критичним фактором забезпечення конкурентоспроможності підприємств. Складське господарство є ключовою ланкою логістичного ланцюга, яка безпосередньо впливає на рівень обслуговування споживачів, швидкість обороту запасів та загальні логістичні витрати підприємства.

Особливої актуальності проблема оптимізації складської логістики набуває для підприємств сфери переробки відходів, де специфіка діяльності пов'язана з необхідністю обробки великих обсягів різнорідної сировини, забезпечення її належного зберігання та швидкої підготовки до переробки. Відсутність сучасних систем управління складськими процесами призводить до значних втрат продуктивності, що за результатами досліджень може сягати 44,44 відсотка робочого часу, надмірних транспортних витрат (до 52,5 відсотка у структурі логістичних витрат) та зниження оборотності запасів.

Впровадження сучасних інформаційних технологій управління складами, зокрема WMS-систем, технологій штрих-кодування та RFID, дозволяє суттєво підвищити ефективність складських операцій, забезпечити точність обліку запасів та оптимізувати використання складських площ. Проте багато вітчизняних підприємств, особливо малого та середнього бізнесу, продовжують використовувати застарілі методи організації складського господарства, що обмежує їхні можливості розвитку та масштабування діяльності.

Питання організації та оптимізації складської логістики висвітлені у працях зарубіжних та вітчизняних науковців: Д. Бауерсокса, Д. Клосса, М. Крістофера, Дж. Стока, Д. Ламберта, Є. Крикавського, А. Гаджинського, В. Ніколайчука, В. Смирічінського та інших. Водночас потребують додаткового

дослідження питання адаптації міжнародного досвіду впровадження сучасних технологій до специфічних умов діяльності українських підприємств з переробки вторинної сировини.

Об'єкт дослідження – система складської логістики підприємства з переробки вторинної сировини ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ».

Предмет дослідження – процеси управління складськими операціями, запасами та інформаційними потоками в системі логістики підприємства з переробки відходів.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації складської логістики ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій та удосконалення організації бізнес–процесів.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- систематизувати теоретико-методологічні засади складської логістики, дослідити її функції, принципи організації та сучасні методи оптимізації;

- проаналізувати організацію логістичних процесів та існуючу систему складського господарства на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»;

- виявити ключові проблеми та «вузькі місця» у складській логістиці підприємства з використанням методів АВС-аналізу та діагностики бізнес-процесів;

- розробити проект впровадження сучасних інформаційних технологій управління складом (WMS-системи, штрих-кодування, RFID);

- обґрунтувати комплекс заходів з оптимізації логістичних витрат та підвищення ефективності складських процесів;

- розрахувати економічну ефективність запропонованих заходів оптимізації.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань у роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження: системного аналізу – для дослідження складської логістики як цілісної системи взаємопов'язаних елементів; порівняльного аналізу – для зіставлення

вітчизняних та зарубіжних підходів до організації складського господарства; ABC-XYZ аналізу – для класифікації запасів за критеріями вартості та стабільності попиту; статистичного аналізу – для обробки даних про обсяги переробки сировини, структуру запасів та фінансові показники; економіко-математичного моделювання – для розрахунку економічного розміру замовлення, оборотності запасів та ефективності інвестицій; хронометражу - для визначення фактичних витрат часу на складські операції; методів фінансового аналізу – для оцінки економічної ефективності запропонованих заходів.

Інформаційна база дослідження включає законодавчі та нормативні акти України у сфері логістики та складського господарства, наукові праці вітчизняних та зарубіжних учених з питань управління складськими процесами, фінансову та управлінську звітність ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2021-2024 роки, дані складського обліку та результати інвентаризацій, матеріали спеціалізованих періодичних видань та інтернет-ресурсів з питань складської логістики та інформаційних технологій.

Практична значимість роботи полягає у розробці конкретних практичних рекомендацій щодо впровадження системи автоматизованого управління складом класу WMS, організації адресної системи зберігання, оптимізації транспортних маршрутів та створення системи мотивації персоналу на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ». Запропоновані заходи мають високу економічну ефективність з терміном окупності 0,23 року та забезпечують річний економічний ефект 9 856,0 тисяч гривень при інвестиціях 2 249,2 тисячі гривень.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел (41 найменування) та додатків. Загальний обсяг роботи становить 105 сторінок, включаючи 24 таблиці, 8 рисунків та 15 формул.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

1.1. Поняття, сутність та функції складської логістики

Складська логістика є однією з ключових підсистем логістичного менеджменту, що забезпечує ефективне управління матеріальними потоками в місцях їх концентрації. У сучасних умовах глобалізації економіки та зростання конкуренції її роль значно підвищується, оскільки вона безпосередньо впливає на рівень обслуговування споживачів, витрати підприємства та його конкурентоспроможність.

Сутність складської логістики полягає в оптимізації процесів руху, зберігання та перетворення матеріальних потоків у складських комплексах з метою мінімізації загальних логістичних витрат при забезпеченні необхідного рівня обслуговування споживачів. Потрібно контролювати стан запасів і власне процес складування [32].

Головна мета реалізації складської логістики в діяльності організації полягає у створенні оптимальної системи управління запасами та складськими процесами, що забезпечує:

- безперебійне постачання споживачів необхідними товарами та матеріалами;
- мінімізацію витрат на зберігання та обробку вантажів;
- максимізацію використання складських площ та обладнання;
- скорочення загального циклу замовлення.

Грамотне управління дозволяє оптимізувати і вдосконалити використання складу, уникнути зайвих транспортувань вантажу і пошкодження товару. Правильно організована логістика складування може в рази збільшити ефективність всього бізнесу [19].

Основні функції складської логістики:

1. Функція зберігання – забезпечення збереження якісних та кількісних характеристик товарів. Включає створення оптимальних умов зберігання, контроль стану запасів та попередження втрат.

2. Функція перевалки – здійснення прийому, розвантаження, сортування, комплектації та відвантаження товарів.

3. Функція консолідації – об’єднання дрібних партій товарів від різних постачальників для формування економічно вигідних відправок.

4. Функція розподілу – поділ великих партій товарів на дрібні відправки відповідно до потреб окремих споживачів.

5. Функція обслуговування – надання додаткових послуг (пакування, маркування, контроль якості, документообіг).

6. Інформаційна функція – збір, обробка та передача інформації про стан запасів, руху товарів та виконання замовлень.

7. Функція управління запасами – підтримання оптимального рівня запасів з урахуванням попиту та витрат.

Схема взаємозв’язку основних елементів складської логістики представлена на (рис. 1.1.):

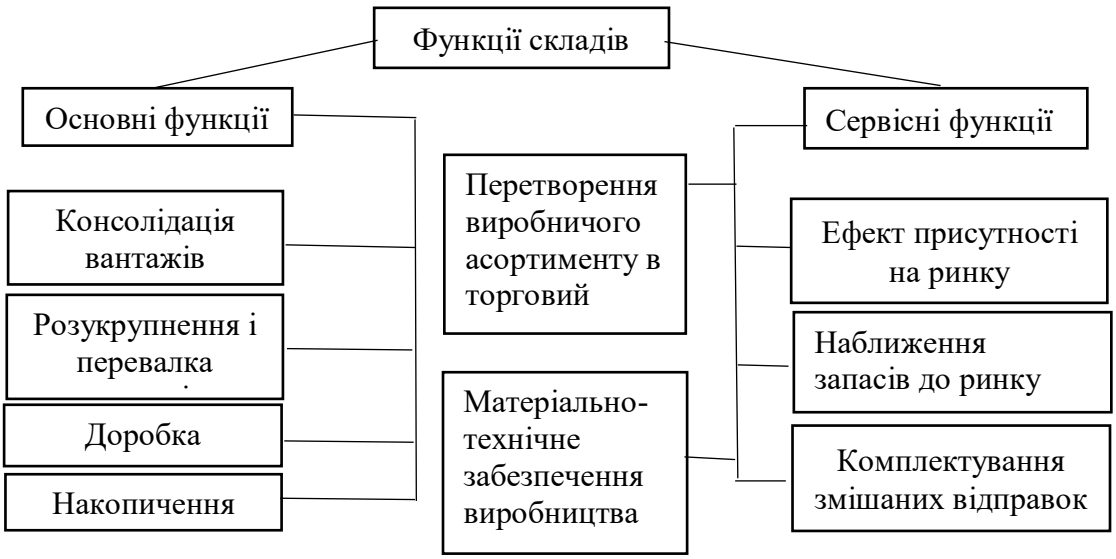


Рисунок 1.1. – Схема функціоналу складської логістики

Як видно з рис. 1.1., свідчить про комплексну та багатовекторну роль складського господарства в логістичній системі.

Функціонал складу виходить далеко за межі простого зберігання (яке реалізується через Накопичення запасів), охоплюючи три ключові напрямки:

1. Основні функції: Бауерсокс і Клосс вказують, що складування створює чотири основних види конкурентних переваг, в числі яких консолідація, розукрупнення, доробка / відстрочка та накопичення запасів [23]. Вони забезпечують гнучкість обробки вантажів.

2. Функції інтеграції (Виробництво/Ринок): За проміжного розташування складів між виробництвом і споживанням склади працюють за тією ж схемою, що і склади, розташовані поблизу виробництва: накопичують повний асортимент продукції й відправляють замовникам змішані партії товарів за пільговими тарифами [34].

3. Сервісні функції: Спрямовані на підвищення якості обслуговування клієнтів та адаптацію продукції під їхні потреби (Наближення запасів до ринку, Перетворення асортименту, Комплектування змішаних відправок). Це дозволяє в будь-який зручний момент просувати запаси до основних ринків, аби скоротити терміни постачання [22].

Складська логістика є ключовою підсистемою логістичного менеджменту, критично важливою для забезпечення конкурентоспроможності підприємства в умовах глобалізації. Її сутність полягає в оптимізації процесів руху, зберігання та перетворення матеріальних потоків з метою мінімізації загальних логістичних витрат при досягненні високого рівня обслуговування споживачів.Концепція логістики ґрунтується на принципі комплектності і синхронності [3].

Складська логістика (СЛ) – техніка управління товарними запасами підприємства, їхній облік і розумний розподіл [33].

Аналіз функціоналу показує, що сучасний склад є багатофункціональною системою, що виконує сім основних функцій (зберігання, перевалка, консолідація, розподіл, обслуговування, інформаційна

підтримка, управління запасами). Як доводить схема, склад виступає як ключовий логістичний вузол, інтегруючи:

1. Основні функції (фізична трансформація потоків).

2. Функції інтеграції (зв'язок із виробництвом та ринком).

3. Сервісні функції (адаптація продукції під потреби клієнта).

Таким чином, складська логістика є інтегрованою системою, що виконує стратегічні функції трансформації (перетворення виробничого запасу у готовий продукт/товар), інтеграції (координація всіх учасників ланцюга постачань) та клієнтського сервісу (забезпечення своєчасного і точного виконання замовлень) з метою оптимізації ланцюга постачань. Її ефективна організація та управління забезпечують мінімізацію операційних витрат, зниження рівня запасів при збереженні високої готовності до відвантаження, а також підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Ефективне функціонування цієї системи базується на дотриманні низки фундаментальних принципів, які визначають основні правила організації складської діяльності:

1. Принцип системності передбачає формування інтегрованої системи управління матеріальними потоками в межах виробничо-збутової системи [9].

2. Принцип комплексності означає охоплення всіх підрозділів підприємства та всіх направлень розвитку науки і техніки, впровадження нових і підвищення якості випускаючих видів продукції, комплексної механізації та автоматизації виробництва, удосконалення організації виробництва, праці і управління [40].

3. Принцип оптимальності означає, що весь комплекс рішень, передбачених у плані, має бути найкращим з точки зору критерію, який відображає ступінь досягнення мети підприємства [30].

4. Принцип економічності. Він виявляється у високому рівні організації виробництва і, як наслідок, в економії матеріалів і коштів [38].

5. Принцип адаптивності – здатність системи пристосовуватися до змін зовнішнього середовища.

Реалізація цих принципів здійснюється за допомогою різноманітних методів:

- Аналітичні методи (ABC-аналіз, XYZ-аналіз, метод Парето, статистичні методи) використовуються для класифікації запасів та виявлення проблемних зон.

- Методи планування (метод економічного розміру партії (EOQ), моделі управління запасами, прогнозування попиту) застосовуються для оптимізації рівня запасів та розміру замовлень.

- Методи організації («точно в строк» (Just-in-Time), Lean Inventory, крос–докінг, адресне зберігання) спрямовані на вдосконалення технологічних процесів.

- Технологічні методи (автоматизовані системи, штрих-кодування, RFID, WMS, роботизація) забезпечують високу швидкість та точність операцій.

Формула розрахунку економічного розміру партії (EOQ) є одним з ключових інструментів планування (1.1):

$$EOQ = \sqrt{(2DS / H)} \qquad (1.1)$$

де D – річний попит на продукт в одиницях;

S – витрати на замовлення одиниці запасів;

H – витрати на зберігання одиниці запасів на рік;

Q – економічна кількість замовлення в одиницях.

Сучасний стан складської логістики характеризується динамічним розвитком та впровадженням інноваційних технологій, а саме:

- Технологічні інновації: широке впровадження автоматизованих складських систем, роботизованих комплексів, WMS, технологій доповненої реальності та Інтернету речей (IoT).

- Організаційні інновації: розвиток концепції омніканального розподілу, принципів lean-логістики та крос-докінгових операцій.

- Ринкові тенденції: зростання попиту на швидку доставку, розвиток електронної комерції та підвищення вимог до екологічності.

Таблиця 1.1 ілюструє ключові напрями технологічних інновацій у складській логістиці.

Таблиця 1.1 – Ключові технологічні інновації

Інновація	Сутність	Ефект для логістики
1	2	3
WMS	Системи управління складом	Підвищення точності та контролю запасів
Роботизація	Використання роботів для переміщення	Зниження залежності від людської праці, швидкість
RFID	Радіочастотна ідентифікація	Автоматизація обліку та інвентаризації
IoT	Інтернет речей	Моніторинг стану обладнання та товарів в реальному часі

Як бачимо з табл. 1.1 демонструє, що ключові технологічні інновації у складській логістиці спрямовані на комплексну цифровізацію та автоматизацію операційних процесів. Впровадження таких систем, як WMS (Системи управління складом), є критично важливим для підвищення точності обліку та контролю запасів. При цьому роботизація та RFID-технології забезпечують збільшення швидкості обробки вантажів та зниження залежності від людської праці за рахунок автоматизації переміщення й інвентаризації. Нарешті, використання IoT (Інтернету речей) дозволяє здійснювати моніторинг стану ресурсів у реальному часі, що є основою для концепції «розумного складу» та предиктивного обслуговування. IoT забезпечує безперервний обмін даними між пристроями без участі людини [10].

Таким чином, інновації забезпечують не лише економію ресурсів, а й значне підвищення надійності та прозорості логістичних операцій.

Ефективне функціонування складської логістики базується на системі п'яти ключових принципів (системності, комплексності, оптимальності, економічності та адаптивності), які забезпечують її цілісність та гнучкість.

Реалізація цих принципів досягається через широкий арсенал методів: від аналітичних (ABC-, XYZ-аналіз) та планувальних (EOQ-модель) до організаційних («Just-in-Time», крос-докінг) та технологічних (WMS, роботизація).

В сучасних реаліях перед підприємствами гостро стоїть проблема раціонального управління поставками, виробни–цтвом і збутом, які повинні будуватися з метою задоволення вимог споживачів за мінімальних витрат [2]. Ключові інновації, такі як WMS, роботизація, RFID та IoT, спрямовані на автоматизацію операційних процесів, підвищення точності обліку та забезпечення моніторингу ресурсів у реальному часі. Ці технологічні зміни, поряд із організаційними інноваціями (омніканальність, lean-логістика), дозволяють складам ефективно реагувати на ринкові тенденції (зростання електронної комерції та попиту на швидку доставку), забезпечуючи значне підвищення надійності та прозорості логістичних операцій.

Проте, незважаючи на впровадження інновацій, проблематика складської логістики широко досліджується як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями, що свідчить про постійну актуальність теми та необхідність вдосконалення.

Фундаментальні роботи зарубіжних авторів:

- Дональд Дж. Бауерсокс та Девід Дж. Клосс розглядають складську логістику в контексті загальної логістичної стратегії підприємства.

- Мартін Крістофер (Martin Christopher) – один з провідних британських фахівців у сфері логістики та управління ланцюгами постачання [27].

- Джеймс Р. Сток та Дуглас М. Ламберт вважають, що будь-яка діяльність, що здійснюється в процесі переміщення продукції від місця її виготовлення до місця споживання, є логістичною [1].

Вітчизняні наукові дослідження:

- Є.В. Крикавський розглядає складську логістику як наростаюча вимогливість споживача, який бажає мати виріб «на міру» (індивідуальний підхід, різноманітні продукти), якнайкоротші терміни поставки, еластичність

щодо розміру замовлених партій, високу якість за низької ціни, що узагальнюється у вимозі більшого вибору, очевидно підкреслює значущість синергічного поєднання двох клієнтоорієнтовних концепцій: маркетингу та логістики [15].

- Гаджинський А. М. формулює мету виробничої логістики у такий спосіб: це «оптимізація матеріальних потоків усередині підприємств, що створюють матеріальні блага або надають такі матеріальні послуги як зберігання, фасування, розважування, укладання та ін.» [5].

- Професор Крикавський Є. В. вважає, що мета виробничої логістики полягає в «комплексному плануванні та управлінні матеріальними потоками в процесах виробництва, внутрішньовиробничого транспортування та складування та відповідним інформаційним потоком з одночасним забезпеченням витратної та тимчасової оптимізації характеристик матеріального потоку» [6]

- Ніколайчук В. Є. визначає мету виробничої логістики «у точній синхронізації процесу виробництва та логістичних операцій у взаємопов'язаних підрозділах» [7].

- Смирічінський В. В. вказує, що метою виробничої логістики є оптимізація матеріальних потоків у середині підприємства, фірми, які створюють матеріальні блага або надають матеріальні послуги [8].

Сучасні напрями наукових досліджень у сфері логістики відображають світові економічні та технологічні виклики. Сьогодні увага наукової спільноти зосереджена не просто на вдосконаленні окремих операцій, а на комплексній трансформації складського господарства через цифровізацію всіх процесів. Це включає активне впровадження штучного інтелекту для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів комплектування, а також послідовний розвиток концепції «розумного складу» (Smart Warehouse), що використовує IoT та автоматизовані системи для мінімізації людського втручання. Крім того, критично важливим є питання інтеграції складських систем у ширші, глобальні ланцюги постачань, забезпечуючи безперебійний обмін

інформацією та матеріалами між континентами та різними ланками постачання.

З огляду на ці високотехнологічні світові тенденції та, не менш важливу, необхідність адаптації міжнародного досвіду до специфічних національних економічних умов, є доцільним та своєчасним проведення ґрунтовного порівняльного аналізу ключових аспектів реалізації складської логістики. Такий аналіз набуває стратегічного значення, оскільки він дозволить не лише ідентифікувати переваги успішних світових практик, але й чітко визначити недоліки та вузькі місця існуючих національних підходів.Це дозволяє підприємствам не лише ідентифікувати загрози, але й формувати ефективні стратегії протидії [37].

У таблиці 1.2 представлено порівняльний аналіз вітчизняних та зарубіжних підходів до організації та управління складською логістикою за основними критеріями.

Таблиця 1.2 – Порівняльний аналіз вітчизняних та зарубіжних підходів

Критерій порівняння	Зарубіжні підходи	Вітчизняні підходи
1	2	3
Рівень технологій	Високий рівень автоматизації та роботизації	Поступове впровадження сучасних технологій
Інвестиції в інновації	Активне інвестування в R&D, використання WMS, IoT	Обмежені інвестиції, акцент на оптимізації поточних витрат
Фокус стратегії	Орієнтація на клієнта, якість обслуговування, сталий розвиток	Акцент на зниженні витрат, адаптація існуючого досвіду
Кадрове забезпечення	Розвинені системи підготовки спеціалістів	Низька кваліфікація персоналу (часто)

Як ми бачимо з табл. 1.2 зарубіжний досвід (наприклад, Amazon, Walmart, DHL) демонструє значний потенціал для підвищення ефективності через роботизацію, крос-докінг та використання інтелектуальних систем. Вітчизняний досвід (наприклад, ТОВ «Нова Пошта», «Сільпо») показує позитивні приклади впровадження автоматизованої системи сортування та

WMS, проте стикається з проблемами недостатньої автоматизації та застарілої інфраструктури.

Позитивний зарубіжний досвід показує, що імплементація сучасних технологій та стратегій може підвищити ефективність складських операцій на 25-40%. Це свідчить про необхідність активнішого впровадження сучасних технологій та методів управління складською діяльністю в Україні.

Сутність полягає в оптимізації матеріальних потоків та запасів з метою мінімізації загальних логістичних витрат при одночасному забезпеченні високого рівня клієнтського сервісу. Досягнення цієї мети базується на системі п'яти ключових принципів (системності, оптимальності, адаптивності) та реалізується через виконання семи основних функцій (зберігання, консолідація, перевалка, управління запасами), що перетворюють склад на ключовий логістичний вузол з функціями трансформації та інтеграції.

Ефективність складської логістики сьогодні нерозривно пов'язана з глибокою цифровізацією. Сучасний стан галузі характеризується широким застосуванням інноваційних методів та технологій (WMS, роботизація, IoT), які забезпечують автоматизацію, точність обліку та моніторинг у реальному часі. Проте, порівняльний аналіз виявив технологічний розрив між вітчизняними та зарубіжними підходами, особливо у сфері інвестицій та рівня автоматизації. Це підкреслює необхідність активного впровадження міжнародного досвіду в Україні для підвищення конкурентоспроможності та забезпечення розвитку галузі згідно з вимогами Industry 4.0 та сталої логістики.

1.2. Система управління складськими процесами в логістичному ланцюгу

Сучасна логістика неможлива без ефективної системи управління складськими процесами. Склади є ключовими вузлами в логістичному ланцюгу, що забезпечують накопичення, зберігання, обробку та розподіл товарних потоків між постачальниками та споживачами. Система управління складськими процесами (WMS) являє собою комплексне рішення, що інтегрує технічні засоби, програмне забезпечення та організаційні методи для оптимізації складської діяльності. Ефективність логістичного ланцюга безпосередньо залежить від якості організації складських операцій. Неправильно організовані складські процеси можуть стати вузьким місцем всієї системи поставок, призводячи до затримок, підвищених витрат та зниження якості обслуговування клієнтів. Тому розробка та впровадження сучасних систем управління складськими процесами є критично важливим завданням для підприємств.

Використання автоматизованих систем управління потоками, аналітичних платформ і цифрових інструментів дозволяє підприємству швидко реагувати на зміни в ринковому середовищі, проводити точний аналіз ефективності та приймати обґрунтовані управлінські рішення [20].

Теоретичні основи системи управління складськими процесами базуються на декількох фундаментальних принципах логістики.

Перший принцип – системний підхід, що передбачає розгляд складу як єдиної системи взаємопов’язаних елементів.

Другий принцип стосується оптимізації потокових процесів, що включає мінімізацію часу обробки вантажів та максимізацію пропускної здатності складу.

Третій принцип базується на використанні інформаційних технологій для автоматизації планування та контролю.

Четвертий принцип передбачає безперервне вдосконалення процесів. Цей принцип вимагає постійного аналізу та оптимізації всіх операцій для підвищення продуктивності.

Складські процеси класифікуються за характером операцій (приймання, розміщення, зберігання, комплектація, відвантаження), за ступенем автоматизації (ручні, механізовані, автоматизовані) та за призначенням. Вдосконалення досягається через стандартизацію та впровадження нових технологій у кожній із цих класифікаційних груп.

У таблиці 1.3 представленна сучасна система управління складськими процесами складається з декількох взаємопов’язаних компонентів.

Таблиця 1.3 – Компоненти сучасної системи управління складськими процесами

Компонент (Модуль)	Сутність	Функціональне призначення
1	2	3
Управління запасами	Програмний модуль, що фіксує рух та залишки товарів.	Забезпечує облік товарів та автоматичне формування замовлень (закупівель).
Управління розміщенням товарів	Модуль, що керує розташуванням вантажів у просторі складу (адресне зберігання).	Відповідає за оптимальне використання складського простору (площі та висоти).
Управління персоналом та технікою	Система, що координує робочу силу та ресурси (навантажувачі, штабелери).	Забезпечує планування робочого часу співробітників та розподіл завдань (пікінг, розміщення).
Звітності та аналітики	Модуль, що збирає та обробляє дані з усіх компонентів.	Надає керівництву інструменти для моніторингу ключових показників (KPI) та прийняття рішень.

Як бачимо з табл. 1.3 сучасна система управління складськими процесами (WMS) є комплексною, інтегрованою платформою, що складається з декількох взаємопов'язаних модулів. Ефективність цієї системи забезпечується чітким розподілом функціональних обов'язків.

Центральне місце займає Модуль управління запасами, який є основою для автоматичного обліку та формування замовлень. Цей модуль доповнюється Модулем управління розміщенням, який оптимізує

використання фізичного простору, тоді як Модуль управління персоналом та технікою відповідає за ефективну координацію робочої сили та обладнання. Усі ці операційні дані акумулюються в Модулі звітності та аналітики, що є ключовим інструментом для моніторингу KPI та прийняття управлінських рішень. Таким чином, сучасна система забезпечує цілісність, автоматизацію та прозорість усіх складських операцій, перетворюючи склад із простого місця зберігання на цифровий логістичний вузол.

Ефективність використання складських площ є критично важливим параметром. Вона розраховується за формулою коефіцієнта використання обсягу складу (1.2):

$$Ko=Vзаг/Vф \quad (1.2)$$

Де Ko – коефіцієнт використання обсягу складу;

Vф – фактичний обсяг, зайнятий матеріальними цінностями (м³);

Vзаг – загальний внутрішній обсяг складського приміщення (м³).

Ефективність складської логістики визначається двома ключовими аспектами: технологічним управлінням процесами та оптимізацією використання фізичного простору.

На технологічному рівні основу управління складає система WMS (Warehouse Management System), яка інтегрує всі операції складу для забезпечення прозорості та автоматизації. Ключові компоненти та їх функції представлені у таблиці 1.4:

Таблиця 1.4 – Основні компоненти системи WMS та їх функції

Компонент системи	Основне призначення
1	2
Управління запасами	Облік товарів, контроль залишків, поповнення
Управління розміщенням	Оптимізація використання простору, адресне зберігання
Управління операціями	Планування робіт, маршрутизація, контроль виконання
Звітність та аналітика	Моніторинг KPI, аналіз тенденцій

Як бачимо з табл. 1.4 ефективність складської логістики визначається технологічною інтеграцією через систему WMS (Warehouse Management System), яка виступає єдиною цифровою платформою для управління. Ключові компоненти WMS охоплюють увесь життєвий цикл товару на складі: від Управління запасами (забезпечує облік і контроль залишків) до Управління розміщенням (оптимізує використання фізичного простору).

Управління операціями відповідає за координацію робочих процесів, а Звітність та аналітика є інструментом стратегічного моніторингу та прийняття рішень на основі KPI. Таким чином, WMS забезпечує прозорість, автоматизацію та точність складських процесів, дозволяючи досягти необхідного рівня обслуговування при одночасній оптимізації витрат на операційному рівні.

Завдяки WMS торговельні підприємства отримують можливість оптимізувати складські процеси, що сприяє суттєвому зниженню витрат і підвищенню швидкості обслуговування замовлень [17].

Концептуальна схема структури WMS як інтегрованої системи відображена на рисунку (рис. 1.2).

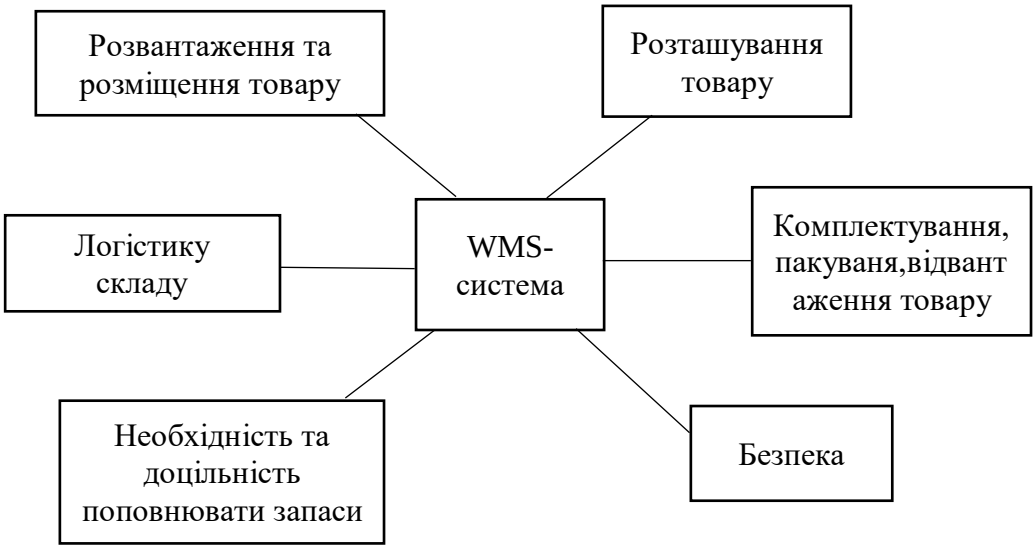


Рисунок 1.2 – Концептуальна структура системи управління складськими процесами (WMS)

Як видно з рис. 1.2, сучасна система управління складом являє собою інтегрований цифровий механізм, який забезпечує системний зв'язок між усіма операційними та управлінськими функціями. Головна роль WMS полягає в наданні прозорості, автоматизації та точності складських процесів: від координації фізичних робочих процесів (Управління операціями) до стратегічного контролю через Звітність та аналітику (на основі KPI). Таким чином, WMS виходить за рамки простої автоматизації, функціонуючи як стратегічний інструмент, що дозволяє досягати необхідного високого рівня обслуговування споживачів при одночасній максимальній оптимізації витрат на операційному рівні.

Цей цифровий механізм безпосередньо керує ключовими складськими процесами, які включають приймання, розміщення, комплектацію та відвантаження товарів. Зокрема, процес приймання товарів на склад є багатоетапним і включає попереднє оповіщення, фізичне приймання вантажу, перевірку відповідності документам та розміщення товару у зоні зберігання. Ефективність приймання критично залежить від якості планування та координації з постачальниками. Наступний, процес розміщення товарів на зберігання, є не менш важливим, оскільки він впливає на всі подальші операції. Він включає визначення оптимального місця зберігання для кожної позиції з урахуванням її характеристик, частоти обороту та вимог до умов зберігання. Головними недоліками методу особистого відбору є зростання витрат на відрядження працівників магазинів, відволікання їх від виконання основних функцій-обслуговування покупців [21].

Процес комплектації замовлень є одним з найбільш трудомістких та відповідальних операцій. Він включає отримання завдання, побудову оптимального маршруту збирання, фізичне збирання позицій, контроль якості, пакування та підготовку до відвантаження. Ефективність комплектації напряму впливає на швидкість обслуговування клієнтів. Відвантаження товарів завершує цикл, включаючи формування відвантажувальних

документів, завантаження товарів у транспортні засоби та передачу інформації в систему управління транспортуванням.

Сучасні складські комплекси активно використовують різноманітні технології автоматизації для підвищення ефективності операцій:

- Системи автоматичної ідентифікації, такі як штрих-кодування та RFID-мітки, забезпечують швидкий та точний облік товарів. Це значно скорочує час на операції та усуває помилки, пов’язані з людським фактором.

- Системи голосового управління (Voice Directed Warehousing) дозволяють персоналу отримувати завдання та підтверджувати їх виконання за допомогою голосових команд, що звільняє руки та підвищує продуктивність праці.

- Мобільні термінали збору даних забезпечують персоналу можливість працювати з WMS в режимі реального часу.

Автоматизація процесу сортування замовлень загалом має одні плюси. Ручне сортування часто призводить до помилок, які можуть бути критичними для бізнесу [41].

У таблиці 1.5 показані ключові технології, що забезпечують цю автоматизацію, систематизовані нижче, разом із їхнім впливом на логістичні процеси:

Таблиця 1.5 – Ключові технології автоматизації складських процесів

Технологія	Мета застосування	Переваги
1	2	3
RFID	Автоматична ідентифікація та облік товарів	Швидкість інвентаризації, висока точність
Voice Picking	Голосове керування операціями комплектації	Звільнення рук персоналу, підвищення продуктивності
WMS/ERP	Програмне забезпечення для планування	Комплексний контроль, оптимізація запасів
Роботизовані системи	Автоматизація переміщення та сортування	Висока швидкість та мінімізація людських помилок

Як бачимо з табл. 1.5, ключові технології автоматизації складських процесів (RFID, Voice Picking, WMS/ERP та Роботизовані системи)

демонструють комплексний підхід до підвищення ефективності. Ці інновації спрямовані не лише на усунення людського фактора (зниження помилок комплектації та інвентаризації), але й на критичне збільшення швидкості обробки вантажів і оптимізацію використання складських площ. Впровадження таких систем забезпечує синхронізацію даних у всьому логістичному ланцюгу, дозволяючи підприємствам реагувати на динамічні зміни попиту та досягати найвищого рівня клієнтського сервісу за рахунок швидкості та точності виконання замовлень.

WMS/ERP виступає інтелектуальною основою для планування та оптимізації запасів, забезпечуючи централізований контроль над усіма складськими процесами – від приймання до відвантаження.

Тоді як RFID забезпечує високу точність та швидкість обліку, дозволяючи проводити інвентаризацію практично в режимі реального часу без необхідності прямої видимості мітки.

Технології Voice Picking (голосового відбору) та Роботизовані системи концентруються на підвищенні продуктивності праці та автоматизації фізичного переміщення і сортування, суттєво зменшуючи залежність від людського фактора та пов'язані з ним помилки.

Таким чином, сучасний склад досягає нового рівня прозорості та надійності операцій, отримуючи повний контроль над матеріальними потоками, що в підсумку веде до мінімізації помилок, скорочення часу виконання замовлень та оптимізації загальних логістичних витрат, забезпечуючи вагому конкурентну перевагу на ринку.

Точність комплектації замовлень (Ткомп) є ключовим показником якості складської роботи та розраховується за формулою (1.3):

$$Ткомп = Nзаг / Nправ \times 100\% \quad (1.3)$$

Де Ткомп – точність комплектації замовлень, %;

Nправ – кількість замовлень, укомплектованих без помилок;

Nзаг – загальна кількість виконаних замовлень за певний період.

Представлена схема демонструє логічну взаємозалежність між окремими технологічними операціями, де результат виконання попереднього етапу є вхідними даними для наступного.

Така послідовність дозволяє забезпечити безперервність складського процесу та ефективний контроль на кожному етапі обробки вантажів виглядають таким чином (рис. 1.3):



Рисунок 1.3 – Схема послідовності основних технологічних операцій на складі

Як видно з рис. 1.3, схема послідовності основних технологічних

операцій на складі включає ключові етапи логістичного процесу, які безпосередньо контролюються автоматизованими системами. Це підкреслює, що ефективне управління складськими процесами, від приймання до відвантаження товарів, залежить від інтеграції та автоматизації послідовних операцій для забезпечення точності, швидкості та оптимізації ресурсів.

Ефективність системи управління складськими процесами значною мірою залежить від її інтеграції з іншими системами логістичного ланцюга відповідно до принципів WMS. Цей зв'язок є критичним для координації та синхронізації діяльності:

- Інтеграція з системами SCM (управління постачанням) забезпечує координацію складських операцій із планами постачання та виробництва.

- Зв'язок із системами TMS (управління транспортуванням) забезпечує координацію процесів відвантаження з розкладом транспорту, оптимізацію завантаження та контроль графіків доставки.

- Інтеграція з системами CRM (управління взаємовідносинами з клієнтами) забезпечує надання клієнтам актуальної інформації про стан їх замовлень.

Стратегічні показники включають оборотність запасів, рівень складських витрат до товарообороту та продуктивність персоналу. Особливу увагу приділяється показникам якості обслуговування клієнтів (дотримання термінів доставки, повнота виконання замовлень). Таким чином, системний підхід до оцінки та підвищення ефективності роботи складу стає запорукою сталого розвитку і конкурентоспроможності бізнесу: купити WMS систему для управління складом [16].

Ключовим стратегічним показником є коефіцієнт оборотності запасів (К об), що показує, скільки разів за період оновлюється середній запас. Він розраховується як відношення собівартості реалізованої продукції (С) до середньої величини запасів (З сер)(1.4):

$$Коб = С/Зсер \quad (1.4)$$

Де Коб – коефіцієнт оборотності запасів;

Среал – собівартість реалізованої продукції (або товарів) за період, грн;

Зсер – середня вартість запасів за цей період, грн.

Ефективність складської діяльності оцінюється за допомогою системи ключових показників (KPI), які поділяються на кілька груп для забезпечення всебічного контролю, як показано в таблиці 1.6:

Таблиця 1.6 – Ключові показники ефективності (KPI) складської діяльності

Група показників	Приклади KPI
1	2
Оперативні	Пропускна здатність, точність комплектації, час циклу замовлення
Стратегічні	Коефіцієнт оборотності запасів, частка складських витрат у товарообороті
Якість обслуговування	Дотримання термінів доставки, відсоток скарг клієнтів

Як бачимо з табл. 1.6 ефективність складської діяльності оцінюється за допомогою комплексної системи ключових показників (KPI), які забезпечують всебічний контроль, охоплюючи три основні групи.

- Оперативні KPI (Пропускна здатність, точність комплектації) спрямовані на моніторинг швидкості та якості щоденних процесів.

- Стратегічні KPI (Коефіцієнт оборотності запасів, частка витрат) відображають фінансову ефективність та раціональність використання оборотного капіталу.

- KPI якості обслуговування (Дотримання термінів, відсоток скарг) безпосередньо вимірюють задоволеність клієнтів та конкурентоспроможність логістичного сервісу.

Такий розподіл дозволяє керівництву не лише контролювати поточні операційні витрати, але й приймати обґрунтовані стратегічні рішення, спрямовані на збалансування мінімізації витрат і максимізації рівня обслуговування.

Системи управління складськими процесами стикаються з викликами, пов’язаними зі зростаючими вимогами клієнтів та розвитком електронної комерції. Перспективи розвитку пов’язані з впровадженням концепції «Industry 4.0», використанням штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування попиту та оптимізації розміщення, а також розвитком технологій Інтернету речей (IoT) та доповненої реальності. Майбутній розвиток WMS буде пов’язаний з подальшою автоматизацією, роботизацією та створенням гнучких, адаптивних систем.

1.3. Класифікація та характеристика методів оптимізації складської діяльності

Аналіз сучасних підходів до управління складськими операціями дозволяє класифікувати методи оптимізації за такими критеріями:

- За сферою застосування, за рівнем складності впровадження та за терміном окупності.

- За сферою застосування методи поділяються на методи оптимізації планування, які спрямовані на покращення процесів прогнозування попиту та планування запасів;

- Методи оптимізації організації робочих процесів, які фокусуються на раціоналізації внутрішньоскладських операцій;

- Методи технологічної оптимізації, які передбачають впровадження сучасних технічних рішень та автоматизації.

За рівнем складності впровадження виділяють прості методи, що не потребують значних інвестицій, методи середньої складності, які вимагають залучення зовнішніх консультантів або часткової модернізації, та складні методи, що потребують комплексних змін в організації роботи та значних капіталовкладень. За терміном окупності методи класифікуються на короткострокові (до 1 року), середньострокові (1-3 роки) та довгострокові

(понад 3 роки). Ефективність впровадження залежить від ретельного попереднього аналізу. Наприклад, для оцінки пріоритетності оптимізаційних заходів часто використовують так зване правило Парето, яке стверджує, що 80% ефекту дають 20% зусиль.

Для кількісної оцінки потенційного ефекту від оптимізації використовується коефіцієнт зростання продуктивності праці (Кзпп), який відображає відношення продуктивності праці після впровадження (Пбаз) до продуктивності праці до впровадження (Пзв)(1.5):

$$Кзпп=Пбаз/Пзв \quad (1.5)$$

Де Кзпп – коефіцієнт зростання продуктивності праці;

Пзв – продуктивність праці у звітному періоді;

Пбаз – продуктивність праці у базовому періоді.

Оптимізація складської діяльності вимагає як застосування різноманітних методів, так і кількісної оцінки їхнього ефекту.

Методи оптимізації складських процесів систематизуються за різними критеріями, що допомагає у виборі найбільш доцільного інструменту залежно від потреб підприємства. Ці критерії охоплюють: призначення (наприклад, оптимізація розміщення або операцій відвантаження), об’єкт впливу (інфраструктура, технології, персонал), характер змін (організаційні, технічні, інформаційні) та період реалізації (короткострокові та стратегічні).

Загальна класифікація методів, що узагальнює їх за основними ознаками, представлена у таблиці 1.7:

Таблиця 1.7 – Класифікація методів оптимізації складської діяльності

Критерій класифікації	Категорії методів
Сфера застосування	Планування, організація процесів, технологічна модернізація
Рівень складності	Прості, середньої складності, складні
Термін окупності	Короткострокові (до 1 року), середньострокові, довгострокові

Як бачимо, таблиця 1.7 показує, що оптимізація складської діяльності не

є уніфікованим процесом, а вимагає систематизованого підходу до вибору методів. Методи класифікуються за трьома основними критеріями: Сфера застосування (Планування, Організація, Модернізація), Рівень складності та Термін окупності. Такий розподіл дозволяє підприємству індивідуально обирати найбільш доцільні інструменти (від простих організаційних до складних технологічних) відповідно до своїх потреб та стратегічних цілей щодо швидкості отримання економічного ефекту.

Загальна структура, що демонструє взаємозв'язок між різними категоріями оптимізаційних методів. Ця структура наочно ілюструє, як технічні, організаційні та інформаційні заходи об'єднуються для досягнення максимальної ефективності.

Цілісна схема взаємодії, яка відображає основні рівні та напрями застосування методів оптимізації, виглядає таким чином (рис. 1.4):



Рисунок 1.4 – Структурно-логічна схема класифікації методів оптимізації складської діяльності

Як видно з рис. 1.4, система оптимізації складської діяльності є багатовимірною та ієрархічною. Взаємозв'язок між методами не є лінійним, а включає категорії, класифіковані за сферою застосування (планування, організація, модернізація), рівнем складності та терміном окупності. Це підкреслює, що ефективний вибір методів вимагає стратегічного підходу, де рішення щодо технологічної модернізації (складні, довгострокові) мають бути узгоджені з організаційними змінами (середньострокові) та поточними планами (короткострокові) для забезпечення максимального економічного ефекту.

Оптимізація складської діяльності починається з методів планування, ключовим з яких є впровадження ABC-XYZ аналізу. Цей метод поєднує класифікацію товарів за вартістю (ABC) та стабільністю попиту (XYZ). Рекомендації по впровадженню включають: створення бази даних з історичними показниками продажів за останні 12-24 місяці, встановлення чітких критеріїв для розподілу товарів по групам (наприклад, A – 80% вартості, B – 15%, C – 5%) та розробку диференційованих стратегій управління запасами для кожної групи. Очікувані результати включають зниження рівня запасів на 15-25%, підвищення оборотності на 20-30% та покращення рівня сервісу на 10-15%. Важливим кроком є оптимізація циклів поповнення, що передбачає перехід від календарного до економічного планування поставок. Для товарів групи A використовується формула економічного розміру замовлення (EOQ) та впроваджується система «точки перезамовлення» з урахуванням страхових запасів.

Організаційна оптимізація передбачає впровадження принципів Lean-управління. Основні напрямки включають усунення втрат часу, стандартизацію процесів та постійне покращення. Конкретні заходи: перепланування складських зон за принципом мінімізації відстаней, впровадження візуального управління (маркування зон) та створення робочих місць за принципом 5S (сортування, систематизація, очищення, стандартизація, самодисципліна). Важливим елементом є оптимізація

розташування товарів, що включає стратегію зонування (Зона А – швидкообертові товари біля зон відвантаження; Зона В – центральна частина; Зона С – віддалені ділянки). Застосовується правило Парето для визначення «гарячих» зон та групування товарів за частотою спільного відвантаження. Тобто Lean допомагає заощаджувати без втрати якості та позбутися зайвих процесів з алгоритму роботи компанії [18].

Ці організаційні стратегії безпосередньо залежать від результатів ABC-XYZ аналізу, який дозволяє диференціювати підходи до управління запасами. Рекомендовані стратегії, що поєднують вартість та стабільність попиту, представлені у таблиці 1.8:

Таблиця 1.8 – Рекомендовані стратегії управління запасами за результатами ABC-XYZ аналізу

Група ABC-XYZ	Характеристика товарів	Стратегія управління
1	2	3
AX	Найцінніші, стабільний попит	Точний прогноз, EOQ, мінімальний страховий запас
CZ	Найдешевші, нерегулярний попит	Максимальний страховий запас, періодичне поповнення
BX	Середня вартість, стабільний попит	Стандартні моделі управління, система «точки перезамовлення»

Як бачимо з табл. 1.8 ABC-XYZ аналіз є критично важливим інструментом для диференційованого управління запасами, оскільки він дозволяє узгоджувати стратегію поповнення з вартістю товару та стабільністю попиту. Товари групи AX (найцінніші, стабільні) вимагають найбільш точного прогнозування та використання економічних моделей (EOQ) для мінімізації страхових запасів. Натомість, для групи CZ (найдешевші, нерегулярні) доцільно застосовувати максимальний страховий запас і просте періодичне поповнення. Такий підхід забезпечує оптимізацію оборотного капіталу, мінімізуючи ризики дефіциту критично важливих товарів і уникаючи надмірного накопичення низькоцінних позицій.

Логічним продовженням цих стратегій планування є технологічна модернізація, невід'ємною частиною якої є впровадження WMS (Warehouse Management System). Основні функції WMS спрямовані на автоматизацію процесів прийому, розміщення та відвантаження товарів, оптимізацію маршрутів збирання замовлень, контроль залишків у режимі реального часу та аналітичну звітність. Етапи впровадження WMS включають: аналіз поточних бізнес–процесів, вибір постачальника системи, навчання персоналу та поетапне тестування. Додаткова автоматизація складських операцій, така як впровадження штрих-кодування або RFID-технологій, використання мобільних терміналів збору даних, а також встановлення автоматизованих систем сортування або роботизованих комплексів, масштабується залежно від обсягів і є необхідною для досягнення максимальної ефективності.

Фінансово-економічні рекомендації спрямовані на оптимізацію складських витрат через перегляд договорів оренди, оптимізацію чисельності персоналу, зниження витрат на утримання запасів та економію на транспортних витратах. Ключові показники ефективності (KPI) для оцінки включають: оборотність запасів, коефіцієнт точності інвентаризації, продуктивність праці, рівень сервісу та собівартість складських операцій. Організаційні рекомендації стосуються управління персоналом (регулярне навчання, система мотивації) та контролю якості (чек-листи, аудити, система відстеження помилок).

Використання блокчейн-технологій для забезпечення прозорості операцій, захисту документів та уникнення шахрайства. Це підвищує довіру між партнерами та зменшує ризики [26].

План поетапного впровадження рекомендацій розбивається на три етапи:

- Етап 1 (0-6 місяців) – Організаційні заходи (ABC-XYZ аналіз, перепланування зон, 5S);

- Етап 2 (6-12 місяців) – Часткова автоматизація (штрих-кодування, мобільні термінали);

- Етап 3 (12-24 місяці) – Системна модернізація (впровадження WMS, інтеграція).

Очікувані результати: зниження рівня запасів на 20-30%, підвищення точності інвентаризації до 99,5%, скорочення часу обробки замовлення на 40-50% та зниження складських витрат на 15-25%. Ці кількісні показники супроводжуються якісними покращеннями, такими як підвищення рівня сервісу та покращення контролю над процесами. Впровадження запропонованих методів оптимізації дозволить значно підвищити ефективність роботи складського комплексу. Комплексний підхід, що поєднує організаційні, технологічні та управлінські рішення, забезпечить максимальний синергетичний ефект.

Основним показником для оцінки ефективності праці в умовах автоматизації є продуктивність праці (П), яка розраховується як співвідношення обсягу обробленої продукції (Vобро) до загального часу роботи персоналу (Тперс)(1.6):

$$П = Vобро/Тперс \quad (1.6)$$

Де П – продуктивність праці, (наприклад, од./год або кг/год);

Vобро – обсяг обробленої продукції чи вантажів, од. або кг;

Тперс – загальний час роботи персоналу, год.

Впровадження комплексних оптимізаційних рекомендацій очікувано призведе до суттєвого покращення ключових показників, як показано в Таблиці 1.9:

Таблиця 1.9 – Очікувані кількісні результати від впровадження оптимізаційних рекомендацій

Показник результативності	Очікуване покращення
1	2
Зниження рівня запасів	20–30%
Точність інвентаризації	До 99,5%

Продовження таблиці 1.9

1	2
Скорочення часу обробки замовлення	40–50%
Зниження складських витрат	15–25%
Підвищення продуктивності праці	25–35%

Як бачимо з табл. 1.9 впровадження комплексних оптимізаційних рекомендацій забезпечує вимірний, багатоаспектний економічний ефект.

Таким чином, цільові показники підтверджують, що оптимізація та модернізація складу є стратегічною інвестицією.

План поетапного впровадження заходів з оптимізації складської діяльності, що охоплює два роки, графічно відображено таким чином (рис. 1.5):

Етап 1 – АНАЛІТИЧНИЙ
Аналіз поточних логістичних процесів, виявлення «вузьких місць» та розрахунок ключових KPI (оборотність, продуктивність, точність).

Етап 2 – РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ
Вибір методів оптимізації (ABC/XYZ-аналіз, Lean, 5S) та технологій (WMS, реорганізація розміщення). Оцінка очікуваного економічного ефекту.

Етап 3 – ПІДГОТОВЧИЙ
Детальне планування та бюджетування, вибір постачальників, навчання персоналу та розробка інструкцій.

Етап 4 – ВПРОВАДЖЕННЯ
Тестування та запуск WMS/автоматизованих систем, фізична оптимізація розміщення запасів та логістичних потоків.

Етап 5 – ОЦІНКА І ПІДТРИМКА
Повторна оцінка KPI, порівняння результатів «до» і «після», визначення фактичного економічного ефекту.

Рисунок 1.5 – Графічний план поетапного впровадження рекомендацій з оптимізації складської діяльності

Як видно з рис. 1.5, план поетапного впровадження рекомендацій з оптимізації складської діяльності є структурованим, багатоетапним процесом, розрахованим на довгострокову перспективу (два роки). Схема підкреслює логічну послідовність і необхідність інтеграції управлінських, організаційних і технологічних змін.

Процес починається з Аналітичного Етапу (1), де встановлюються базові KPI та ідентифікуються «вузькі місця». Це є критичною основою для наступної Розробки Рекомендацій (2) із застосуванням ABC/XYZ та WMS. Після Підготовчого Етапу (3) відбувається Впровадження (4), яке фокусується на фізичному запуску технологій та оптимізації потоків. Фінальний Етап Оцінки і Підтримки (5) є ключовим для визначення фактичного економічного ефекту, що гарантує стійкість і довготривалу ефективність впроваджених змін.

Складська логістика є ключовою інтегрованою підсистемою логістичного менеджменту, сутність якої полягає в оптимізації руху, зберігання та перетворення матеріальних потоків з метою мінімізації загальних логістичних витрат при максимізації рівня клієнтського сервісу. Сучасний склад є багатофункціональним вузлом, що виконує сім основних функцій (зберігання, консолідація, розподіл, управління запасами тощо). Ефективність системи ґрунтується на п'яти фундаментальних принципах (системності, оптимальності, економічності, адаптивності) і реалізується через арсенал методів: від аналітичних ABC-XYZ, EOQ до організаційних (Lean, крос-докінг) і технологічних (WMS, роботизація).

Ефективне управління складськими процесами неможливе без глибокої цифровізації та впровадження WMS (Warehouse Management System), яка виступає єдиною цифровою платформою.WMS складається з взаємопов’язаних модулів (управління запасами, розміщенням, персоналом, аналітика) і забезпечує прозорість, точність та автоматизацію ключових операцій.Сучасний розвиток галузі, орієнтований на Industry 4.0, характеризується активним використанням RFID, Voice Picking, IoT та роботизованих систем, що критично підвищує швидкість та надійність

операцій. Порівняльний аналіз виявив технологічний розрив між вітчизняними та зарубіжними підходами, підкреслюючи необхідність активного впровадження міжнародного досвіду. Загальна ефективність системи оцінюється комплексною системою KPI (оперативні, стратегічні, якість обслуговування), де ключовими є точність комплектації (Ткомп) та коефіцієнт оборотності запасів (Коб), що дозволяє приймати обґрунтовані стратегічні рішення.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

2.1. Загальна характеристика діяльності підприємства

ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» є підприємством, що функціонує у сфері відновлення відсортованих відходів згідно з основним видом економічної діяльності за КВЕД 38.32. Підприємство було засноване у 1994 році, проте його історія бере свій початок ще з 1940-х років. Від 1997 року організація набула статусу платника податку на додану вартість, що підтверджує її стабільне функціонування та відповідність вимогам законодавства.

Організаційно-правова форма підприємства – товариство з обмеженою відповідальністю. Це означає, що учасники товариства несуть відповідальність за його зобов'язаннями виключно в межах своїх внесків до статутного капіталу. Форма власності підприємства є приватною, що забезпечує гнучкість в управлінні та оперативність прийняття стратегічних рішень.

Юридична адреса підприємства: Україна, 69095, місто Запоріжжя, вулиця Жуковського, будинок 82, приміщення 52. Для зв'язку з підприємством можна скористатися телефонними номерами +380667519144 та +380955482076, а також електронною поштою zvr.zpr@gmail.com.

Статутний капітал ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» становить 134 900 гривень. Середня чисельність працівників підприємства складає 17 осіб, що характеризує його як мале підприємство відповідно до класифікації суб'єктів господарювання в Україні [14].

Основним напрямком господарської діяльності підприємства є закупівля вторинної сировини, зокрема макулатури, ПЕТ-пляшок, полімерних відходів та інших матеріалів у юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та

населення з подальшим її подрібненням, пресуванням, агломеруванням або гранулюванням для продажу переробним підприємствам. Такий характер діяльності робить підприємство важливою ланкою у ланцюгу циркулярної економіки регіону.

До переліку додаткових видів діяльності належать: оптова торгівля відходами та брухтом (КВЕД 46.77), вантажний автомобільний транспорт (КВЕД 49.41), складське господарство (КВЕД 52.10), транспортне оброблення вантажів (КВЕД 52.24), надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (КВЕД 68.20), збирання безпечних відходів (КВЕД 38.11) та демонтаж машин і устаткування (КВЕД 38.31).

Для комплексного розуміння масштабів діяльності підприємства та динаміки його розвитку розглянемо обсяги заготівлі та переробки основних видів вторинної сировини за період з 2021 по 2024 роки (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Динаміка обсягів заготівлі та переробки основних видів вторинної сировини ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2021-2024 роки, тонн

Показник	2021 рік, тонн	2022 рік, тонн	2023 рік, тонн	2024 рік, тонн	Зміна 2024/2021, тонн	Зміна 2024/2021, %
1	2	3	4	5	6	7
Макулатура	15000	14500	16200	17500	+2 500	+16,67
Склобій	8000	7500	8800	9300	+1 300	+16,25
Полімери	3500	3800	4100	4500	+1 000	+28,57
Металобрухт	2500	2200	2700	3000	+500	+20,00
Всього	29000	28000	31800	34300	+5 300	+18,28

Джерело: складено автором на основі внутрішньої звітності підприємства

Аналіз даних таблиці 2.1 демонструє позитивну динаміку обсягів переробки вторинної сировини. Загальний обсяг переробленої сировини зріс з 29 000 тонн у 2021 році до 34 300 тонн у 2024 році, що становить приріст 18,28 відсотка. Найбільш динамічне зростання спостерігається у сегменті полімерів – 28,57 відсотка за аналізований період. Обсяги переробки макулатури зросли

на 16,67 відсотка, склобою – на 16,25 відсотка, а металобрухту – на 20,00 відсотків.

Важливо відзначити, що у 2022 році, з початком повномасштабної війни, відбулося незначне зниження загальних обсягів переробки до 28 000 тонн. Однак підприємство продемонструвало високу адаптивність та вже у 2023 році перевищило довоєнні показники, досягнувши обсягу 31 800 тонн. Така динаміка свідчить про ефективне антикризове управління та здатність підприємства функціонувати навіть у складних умовах воєнного стану.

Кадровий потенціал є одним з ключових факторів успішного функціонування будь-якого підприємства. Розглянемо динаміку зміни кількості працівників ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за категоріями за період 2021-2024 років (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Динаміка кількості працівників ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2021-2024 роки

Показники	2021	2022	2023	2024	Зміна 2024/2021, осіб	Зміна 2024/2021, %
1	2	3	4	5	6	7
Середньооблікова чисельність, осіб	11	15	14	16	+5	+45,45
Управлінський персонал	3	4	4	4	+1	+33,33
Виробничий персонал	6	8	7	9	+3	+50,00
Логістичний персонал	2	3	3	3	+1	+50,00

Джерело: складено автором на основі штатного розпису підприємства

Дані таблиці 2.2 свідчать про суттєве зростання чисельності персоналу підприємства. За період з 2021 по 2024 роки середньооблікова чисельність працівників зросла з 11 до 16 осіб, що становить приріст 45,45 відсотка. Найбільший відносний приріст спостерігається у категоріях виробничого та логістичного персоналу – по 50,00 відсотків відповідно. Управлінський персонал збільшився на одну особу, що становить приріст 33,33 відсотка.

Такий ріст чисельності персоналу корелює зі збільшенням обсягів переробки вторинної сировини та свідчить про розширення операційної

діяльності підприємства. Особливо важливим є збільшення виробничого персоналу, що безпосередньо забезпечує процеси сортування, пресування та переробки відходів.

Фінансові показники є ключовими індикаторами ефективності діяльності підприємства. Розглянемо динаміку основних економічних показників ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за період 2021-2024 років (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Динаміка ключових економічних показників діяльності ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2021-2024 роки, тисяч гривень

Показник	2021 рік, тис. грн	2022 рік, тис. грн	2023 рік, тис. грн	2024 рік, тис. грн	Зміна 2024/2021, тис. грн	Зміна 2024/2021, %
1	2	3	4	5	6	7
Чистий дохід від реалізації	25500	28100	32300	36500	+11 000,00	+43,14
Собівартість реалізації	20000	22500	25000	28000	+8 000,00	+40,00
Валовий прибуток	5500	5600	7300	8500	+3 000,00	+54,55
Адміністративні витрати	2500	2700	3000	3200	+700,00	+28,00
Витрати на збут	1000	1100	1200	1300	+300,00	+30,00
Чистий прибуток	1500	1200	2500	3500	+2 000,00	+133,33
Рентабельність продажів, %	5,88	4,27	7,74	9,59	+3,71	+63,10
Валюта балансу	3000	2800	3500	4000	+1 000,00	+33,33

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності підприємства

Аналіз даних таблиці 2.3 демонструє стійку позитивну динаміку фінансових показників підприємства. Чистий дохід від реалізації продукції зріс з 25 500,00 тисяч гривень у 2021 році до 36 500,00 тисяч гривень у 2024 році, що становить приріст 43,14 відсотка. Валовий прибуток збільшився на 54,55 відсотка, досягнувши 8 500,00 тисяч гривень у 2024 році.

Особливо важливим є зростання чистого прибутку підприємства, який збільшився з 1 500,00 тисяч гривень у 2021 році до 3 500,00 тисяч гривень у 2024 році. Це становить вражаючий приріст 133,33 відсотка за аналізований

період. Рентабельність продажів також демонструє позитивну динаміку, зростаючи з 5,88 відсотка у 2021 році до 9,59 відсотка у 2024 році, що свідчить про підвищення ефективності операційної діяльності.

Варто відзначити, що у 2022 році, незважаючи на загальне зростання доходів, чистий прибуток знизився до 1 200,00 тисяч гривень, а рентабельність продажів впала до 4,27 відсотка. Це можна пояснити впливом початку повномасштабної війни та пов'язаними з цим додатковими витратами. Однак підприємство успішно адаптувалося до нових умов, і вже у 2023 році показники прибутковості суттєво покращилися.

Для оцінки фінансової стійкості підприємства розглянемо динаміку ключових показників за період 2021-2024 років (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Динаміка показників фінансової стійкості ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2021-2024 роки

Показник	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Зміна 2024/2021
1	2	3	4	5	6
Власний капітал, тис. грн	64,35	65,27	56,21	1100,5	+1 036,20
Поточні зобов'язання, тис. грн	2410,2	1388,5	2292,2	2521,9	+111,70
Коефіцієнт автономії	0,026	0,289	0,248	0,304	+0,278
Коефіцієнт фінансової залежності	38,5	3,46	4,03	3,29	–35,21

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності підприємства

Аналіз даних таблиці 2.4 свідчить про значне покращення фінансової стійкості підприємства. Власний капітал зріс з 64,3 тисяч гривень у 2021 році до 1 100,50 тисяч гривень у 2024 році, що становить абсолютний приріст 1 036,20 тисяч гривень. Коефіцієнт автономії збільшився з 0,026 до 0,304, що вказує на зростання фінансової незалежності підприємства від зовнішніх джерел фінансування.

Коефіцієнт фінансової залежності знизився з 38,50 у 2021 році до 3,29 у 2024 році, що є надзвичайно позитивною тенденцією. Це свідчить про суттєве зменшення ризиків, пов'язаних з високим рівнем залучених коштів, та підвищення фінансової стабільності підприємства.

Поточні зобов'язання підприємства зросли незначно – з 2 410,20 тисяч гривень до 2 521,90 тисяч гривень. При цьому темп зростання власного капіталу значно перевищує темп зростання зобов'язань, що є позитивним індикатором структурних змін у джерелах фінансування діяльності.

Технічна база підприємства є важливою складовою його виробничого потенціалу. ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» здійснює постійну модернізацію та оновлення виробничого обладнання для забезпечення ефективної та екологічно безпечної переробки вторинної сировини.

До складу технічної бази підприємства входять високопродуктивні преси з потужністю до 5 тонн на годину, які використовуються для пресування макулатури, картону та полімерних матеріалів у щільні тюки, що оптимізує їх зберігання та транспортування. Автоматичні сортувальні лінії забезпечують переробку до 10 тонн сировини за зміну, дозволяючи ефективно розділяти відходи за типами та фракціями.

Подрібнювачі та шредери з продуктивністю до 3 тонн на годину використовуються для переробки пластикових відходів, плівки та інших полімерних матеріалів. Підприємство має власний парк спеціалізованого транспорту, що включає вантажні автомобілі різної вантажопідйомності для збору та транспортування вторинної сировини.

Складські приміщення підприємства загальною площею близько 2 000 квадратних метрів забезпечують належне зберігання як вхідної сировини, так і готової продукції. Склади обладнані необхідною вантажопідйомною технікою, включаючи автонавантажувачі та рокли.

Організаційна структура ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» має лінійно-функціональний характер, що є типовим для малих підприємств галузі переробки вторинної сировини. Вищий рівень управління представлений директором підприємства, який здійснює загальне керівництво та несе повну відповідальність за результати діяльності.

Середній рівень управління включає заступника директора з виробництва, головного бухгалтера та менеджера із збуту. Заступник

директора з виробництва відповідає за організацію виробничих процесів, технічне обслуговування обладнання та контроль якості переробки. Головний бухгалтер забезпечує ведення бухгалтерського та податкового обліку, фінансове планування та звітність. Менеджер із збуту відповідає за пошук постачальників сировини та споживачів переробленої продукції, укладання договорів та організацію логістики. Робота виробничих цехів повинна бути безперебійною і якісною. Відповідають за організацію виробництва і обслуговування менеджер із обслуговування та менеджер із виробництва [24].

Рівень керівників підрозділів представлений начальником дільниці, який безпосередньо керує виробничим персоналом та організовує роботу технологічних ліній. На рівні спеціалістів працюють інженер з механізації та автоматизації процесів, який відповідає за технічний стан обладнання, та помічник бухгалтера, що забезпечує поточний облік операцій.

Робітничі посади включають грануляторників, дробильників, пресувальників та водіїв автотранспортних засобів. Ці працівники безпосередньо здійснюють виробничі операції з переробки вторинної сировини та її подальшого транспортування, забезпечуючи безперервність технологічного процесу.

Така компактна та функціонально-орієнтована структура забезпечує чітку ієрархію управління з короткими комунікаційними ланцюгами, що є особливо важливим для малого підприємства. Це дозволяє оперативно приймати управлінські рішення, швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури та мінімізувати бюрократичні затримки у виробничих процесах, що критично важливо для ефективної логістики.

Отже, проведений аналіз загальної характеристики діяльності ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» свідчить про стабільне фінансове становище підприємства, позитивну динаміку основних показників і збільшення обсягів переробки вторинної сировини. Це створює передумови для подальшої оптимізації логістичних процесів і підвищення ефективності складської діяльності.

2.2. Організація логістичних процесів на підприємстві

Логістична система ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» охоплює повний цикл операцій від закупівлі вторинної сировини до постачання готової продукції споживачам. Ефективна організація логістичних процесів є критично важливою для забезпечення безперервності виробництва, оптимізації витрат та підтримання конкурентоспроможності підприємства на ринку. Всі основні етапи руху матеріального та інформаційного потоків виглядають таким чином (рис. 2.1):



Рисунок 2.1 – Схема основних логістичних потоків на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Як видно з рис. 2.1, ця схема відображає послідовність руху сировини від постачальника до споживача готової продукції, а також підкреслює роль інформаційного потоку як керуючої системи.

Логістичні функції на підприємстві виконуються кількома підрозділами, що забезпечують координацію всіх операцій. Відділ закупівель відповідає за закупівельну логістику, виробничий відділ забезпечує внутрішньовиробничу логістику, складський відділ керує складською логістикою, транспортний відділ відповідає за транспортну логістику, а відділ продажів забезпечує розподільчу логістику та взаємодію з клієнтами.

Закупівельна логістика є першою ланкою у логістичному ланцюгу підприємства. Основним завданням цієї функції є організація своєчасного постачання вторинної сировини, зокрема макулатури, ПЕТ-пляшок, поліетилену, склобою, а також допоміжних матеріалів, таких як пакувальні матеріали та запчастини для обладнання.

Облік закупівель ведеться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє контролювати обсяги, якість та ціни сировини. Підприємство співпрацює з різними категоріями постачальників, включаючи пункти прийому вторинної сировини, підприємства роздрібної торгівлі, промислові підприємства та населення.

Оцінка постачальників здійснюється на основі комплексу критеріїв. До найважливіших належать якість сировини, надійність поставок, дотримання графіків та конкурентоспроможність цін. Для кожного постачальника ведеться картка обліку, де фіксуються обсяги поставок, випадки порушень умов договору та рекламації щодо якості.

Чим глобальнішими є ваші постачальники, тим частіше виникають мовні та культурні перешкоди. Крім того, існують законодавчі, нормативні та специфічні вимоги замовника, які необхідно дотримуватися та виконувати. Тому правильний вибір, оцінка та регулярна кваліфікація відповідних постачальників є вирішальними для економічного успіху [12].

Планування закупівель здійснюється на основі прогнозу обсягів переробки та наявних замовлень від споживачів готової продукції. Менеджер із закупівель щотижня аналізує поточні запаси сировини та формує заявки на закупівлю. При цьому враховуються сезонні коливання цін на вторинну сировину та можливості її зберігання.

Процес закупівлі включає декілька етапів. Спочатку здійснюється пошук та відбір постачальників, потім проводяться переговори щодо умов поставки, після чого укладається договір. Після укладання договору відбувається прийом сировини з контролем якості та кількості, а завершується процес оплатою згідно з умовами договору.

Виробнича логістика забезпечує ефективний рух матеріальних потоків всередині підприємства від моменту надходження сировини до складу до відвантаження готової продукції. Основною метою є мінімізація часу внутрішніх переміщень та оптимізація використання виробничих потужностей.

Технологічний процес переробки вторинної сировини включає кілька послідовних етапів. Після надходження на підприємство сировина проходить первинне сортування за видами та фракціями. Це особливо важливо для полімерних відходів, які необхідно розділяти за типами пластику та кольором.

Наступним етапом є очищення сировини від домішок, етикеток, клею та інших забруднень. Для макулатури та пластику застосовуються різні методи очищення залежно від ступеня забруднення. Після очищення сировина надходить на лінії переробки.

Для макулатури основною операцією є пресування у щільні тюки вагою від 300 до 500 кілограмів. Преси працюють в автоматичному режимі, що дозволяє підтримувати стабільну щільність тюків та оптимізувати їх розміри для транспортування.

Пластикові відходи проходять подрібнення на спеціалізованих шредерах та дробарках. ПЕТ-пляшки перетворюються на флекси розміром від 8 до 12 міліметрів, які потім можуть використовуватися для виробництва

гранул або продаватися у такому вигляді. Поліетиленова плівка після подрібнення може проходити процес агломерації для отримання більш щільного матеріалу.

Склобій після сортування за кольором та очищення від металевих кришок та етикеток подрібнюється до необхідної фракції. Розмір фракції визначається вимогами замовників та може варіюватися від 5 до 40 міліметрів.

Щоденне планування виробництва здійснюється начальником дільниці на основі наявних замовлень та запасів сировини. При плануванні враховується завантаженість обладнання, наявність персоналу та терміни виконання замовлень. Пріоритет надається термін овим замовленням та замовленням від постійних клієнтів.

Контроль якості здійснюється на всіх етапах виробничого процесу. Вхідний контроль сировини включає перевірку відповідності заявленим характеристикам, відсутності недопустимих домішок та вологості. Операційний контроль передбачає перевірку якості сортування, ступеня очищення та параметрів переробки. Вихідний контроль готової продукції включає перевірку щільності тюків, розміру фракції подрібненого матеріалу та відповідності вимогам специфікації замовника.

Контроль якості на підприємстві є невід'ємною складовою успішного бізнесу. Використання сучасних методів та інструментів контролю якості допомагає підвищити ефективність, зменшити витрати та забезпечити високу якість продукції [13].

Для характеристики внутрішньовиробничих матеріальних потоків розглянемо їх структуру за основними видами сировини (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Характеристика внутрішньовиробничих матеріальних потоків ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Вид сировини	Етапи переробки	Середній час циклу, годин	Втрати при переробці, %
1	2	3	4
Макулатура	Прийом → Сортування → Пресування → Складування	4–6	3–5

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
ПЕТ-пляшки	Прийом → Сортування → Очищення → Подрібнення → Складування	6–8	5–7
Поліетилен	Прийом → Сортування → Подрібнення → Агломерація → Складування	8–10	7–10
Склобій	Прийом → Сортування → Очищення → Подрібнення → Складування	4–6	2–3

Джерело: складено автором на основі технологічної документації підприємства

Дані таблиці 2.5 показують, що найкоротший виробничий цикл характерний для переробки макулатури та склобою – від 4 до 6 годин. Найдовший цикл має переробка поліетилену, яка включає додатковий етап агломерації і займає від 8 до 10 годин. Втрати при переробці варіюються від 2-3 відсотків для склобою до 7-10 відсотків для поліетилену, що пов'язано зі складністю процесу та необхідністю видалення домішок.

Транспортна логістика підприємства охоплює як зовнішні перевезення сировини від постачальників та готової продукції до споживачів, так і внутрішні переміщення матеріалів між виробничими ділянками та складами.

Для здійснення транспортних операцій підприємство використовує власний автопарк, який включає вантажні автомобілі різної вантажопідйомності. Для збору вторинної сировини у пунктах прийому та від дрібних постачальників використовуються автомобілі вантажопідйомністю 3-5 тонн. Для доставки готової продукції великим споживачам залучаються автомобілі вантажопідйомністю 10-20 тонн.

У випадках необхідності перевезення великих партій продукції або за відсутності вільного власного транспорту підприємство залучає послуги транспортно–експедиційних компаній. Це дозволяє забезпечити гнучкість у виконанні замовлень та знизити витрати на утримання надлишкового автопарку.

Створення маршрутів дозволить точно визначити обсяг перевезень вантажів з постачальницько-збутових підприємств, кількість автомобілів, що

здійснюють ці перевезення, сприяє скороченню простою автомобілів під завантаженням і розвантаженням, ефективному використання рухливого складу [39].

Контроль використання транспорту включає облік пробігу, витрат пального, технічного стану автомобілів та дотримання графіків доставки. Кожен водій веде подорожній лист, де фіксуються всі пункти призначення, обсяги перевезених вантажів та витрати пального.

Розглянемо структуру транспортних витрат підприємства за 2024 рік (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 – Структура транспортних витрат ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2024 рік

Стаття витрат	Сума, тис. грн	Питома вага, %
1	2	3
Пальне	420	52,5
Технічне обслуговування та ремонт	180	22,5
Заробітна плата водіїв	150	18,75
Амортизація транспортних засобів	30	3,75
Страхування та інші витрати	20	2,5
Всього	800	100

Джерело: складено автором на основі даних бухгалтерського обліку

Аналіз даних таблиці 2.6 показує, що найбільшу частку у структурі транспортних витрат займають витрати на пальне – 52,5 відсотка або 420,0 тисяч гривень. Це пов'язано з високими цінами на нафтопродукти та значними обсягами перевезень. Витрати на технічне обслуговування та ремонт становлять 22,5 відсотка загальної суми, що свідчить про необхідність постійного підтримання технічного стану автопарку.

Заробітна плата водіїв складає 18,75 відсотка транспортних витрат. Амортизація транспортних засобів займає лише 3,75 відсотка, що вказує на достатню зношеність автопарку та необхідність його оновлення у майбутньому. Страхування та інші витрати становлять 2,5 відсотка.

Розподільча логістика забезпечує доставку готової продукції від підприємства до споживачів у потрібний час, у необхідній кількості та з мінімальними витратами. Основними споживачами продукції ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» є целюлозно-паперові комбінати, підприємства з виробництва пластикових виробів, скляні заводи та виробники будівельних матеріалів.

Процес виконання замовлення включає кілька послідовних етапів. Після отримання замовлення від клієнта менеджер із збуту перевіряє наявність необхідної продукції на складі або можливість її виробництва у встановлені терміни. Далі узгоджуються умови поставки, включаючи ціну, обсяг, терміни, спосіб доставки та умови оплати.

Після узгодження умов оформляється договір поставки або видається рахунок на оплату для разових поставок. Складський відділ формує партію продукції згідно із специфікацією замовлення, здійснює пакування та підготовку супровідних документів. Організовується транспортування до місця призначення власним або найманим транспортом.

Після доставки продукції клієнт підписує документи про приймання, підтверджуючи отримання товару у повному обсязі та належної якості. Менеджер із збуту здійснює моніторинг своєчасності оплати та веде роботу з дебіторською заборгованістю у разі затримки платежів.

Канали розподілу продукції підприємства мають переважно прямий характер. Перевагою такої стратегії є також можливість контролювати цінову політику та підтримувати стабільний попит, оскільки прямий контакт з великими споживачами дозволяє оперативно реагувати на зміни ринку [31].

У деяких випадках підприємство співпрацює з торговими посередниками, які займаються збутом вторинної сировини на експорт або реалізацією дрібним споживачам. Частка таких продажів становить близько 15-20 відсотків від загального обсягу реалізації.

Для оцінки ефективності розподільчої логістики розглянемо показники виконання замовлень за 2024 рік (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Показники виконання замовлень ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2024 рік

Показник	Значення
1	2
Загальна кількість замовлень за рік, одиниць	240
Кількість замовлень, виконаних вчасно, одиниць	228
Частка замовлень, виконаних вчасно, %	95
Середній час виконання замовлення, днів	3,5
Кількість рекламацій від клієнтів, одиниць	8
Частка рекламацій, %	3,33

Джерело: складено автором на основі даних відділу збуту

Дані таблиці 2.7 свідчать про високий рівень логістичного обслуговування клієнтів. Частка замовлень, виконаних вчасно, становить 95,0 відсотків, що є хорошим показником для підприємств цієї галузі. Середній час виконання замовлення складає 3,5 дня, що включає час формування партії, завантаження та доставки.

Кількість рекламацій від клієнтів є незначною – лише 3,33 відсотка від загальної кількості замовлень. Рекламації пов'язані переважно з невідповідністю якості окремих партій продукції заявленим характеристикам або з пошкодженням упаковки під час транспортування.

Інформаційна логістика пронизує всі підрозділи підприємства, забезпечуючи обмін даними та координацію дій. Облік руху матеріалів та продукції ведеться за допомогою програмного забезпечення «1С: Підприємство 8.3», яке дозволяє вести складський облік, формувати документи на відвантаження та контролювати розрахунки з клієнтами.

Обмін інформацією між підрозділами здійснюється через електронну пошту, внутрішню мережу та телефонний зв'язок. Щоденно проводяться оперативні наради, на яких керівники підрозділів звітують про стан виконання планів та виникаючі проблеми. Щотижня проводяться планові наради керівництва, де аналізуються підсумки роботи та приймаються рішення щодо

поточних питань.Головним завданням системи комунікацій у межах підприємства є забезпечення достатнього та ефективного інформаційного обміну між його структурними елементами [36].

Це дозволяє швидко вирішувати поточні питання та координувати дії різних підрозділів.

Однак існують певні недоліки в організації інформаційної логістики. Відсутня інтеграція між програмним забезпеченням для обліку та системами планування маршрутів, що вимагає подвійного введення даних. Немає автоматизованої системи моніторингу транспорту, що ускладнює контроль за переміщенням вантажів у реальному часі. Облік виробничих операцій ведеться частково вручну, що знижує оперативність отримання інформації про стан виконання замовлень.

Логістичні процеси ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» комплексно організовані та демонструють високу ефективність виконання замовлень (95% вчасно) при низькому рівні рекламацій. Виробничі цикли та втрати варіюються залежно від сировини, при цьому переробка поліетилену є найбільш складною. Однак, критичні витрати на пальне (52,5%) та слабка інформаційна інтеграція (відсутність WMS та GPS-моніторингу) є основними проблемами. Це свідчить про необхідність заходів щодо оптимізації транспортних витрат та впровадження сучасних інформаційних технологій для підвищення оперативності та контролю.

2.3. Аналіз існуючої системи складського господарства

Складське господарство є критично важливим елементом логістичної системи ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ», оскільки забезпечує зберігання як вхідної вторинної сировини, так і готової продукції. Ефективна організація складських процесів безпосередньо впливає на швидкість обороту запасів, збереження якості матеріалів та загальні витрати підприємства.

Складська інфраструктура підприємства включає декілька функціональних зон. Склад вхідної сировини призначений для зберігання макулатури, пластикових відходів та інших матеріалів до їх переробки. Загальна площа цієї зони становить близько 800 квадратних метрів. Склад готової продукції використовується для зберігання спресованих тюків макулатури, подрібненого пластику та іншої переробленої сировини. Його площа складає приблизно 600 квадратних метрів.

Виробнича зона площею близько 400 квадратних метрів включає розміщення обладнання для сортування, пресування та подрібнення. Відкритий майданчик площею 200 квадратних метрів призначений для зберігання склобою та металобрухту, які не потребують захисту від атмосферних опадів.

Загальна площа складських приміщень становить близько 2 000 квадратних метрів. Приміщення мають бетонну підлогу, достатню висоту стель для складування матеріалів у кілька ярусів та обладнані системами освітлення. Для завантаження та розвантаження передбачені пандуси та ворота відповідного розміру.

Організація складських зон здійснюється за принципом розділення за видами сировини та готової продукції. У зоні вхідної сировини виділені окремі ділянки для макулатури різних марок, ПЕТ-пляшок різних кольорів, поліетиленової плівки та інших полімерів. Таке зонування дозволяє прискорити процес пошуку необхідних матеріалів та підготовки їх до переробки.

У зоні готової продукції також здійснюється розділення за видами матеріалів та замовниками. Продукція, призначена для конкретного замовника, розміщується окремо та маркується відповідним чином. Це дозволяє уникнути помилок при відвантаженні та прискорити процес формування партій.

Для зберігання сировини та готової продукції використовуються різні методи залежно від характеристик матеріалів. Спресовані тюки макулатури та

полімерів складуються штабелями висотою до 3-4 метрів з використанням дерев'яних піддонів. Це забезпечує стабільність штабелів та дозволяє ефективно використовувати вертикальний простір складу.

Подрібнений пластик зберігається у біг-бегах – великих м'яких контейнерах місткістю від 500 до 1 000 кілограмів. Це спрощує транспортування та завантаження продукції, а також захищає її від забруднення. Склобій зберігається насипом на відкритому майданчику з розділенням за кольорами та фракціями.

Для переміщення вантажів на складі використовується вантажопідйомна техніка. Дизельний навантажувач вантажопідйомністю 3 тонни застосовується для завантаження та розвантаження автомобілів, переміщення важких тюків та штабелювання продукції.

Для кожного виду сировини та готової продукції у системі обліку ведеться картка складського обліку, де відображаються всі операції надходження та вибуття. Це дозволяє в будь-який момент отримати інформацію про фактичні залишки на складі та їх вартість.

Розглянемо структуру складських запасів підприємства станом на кінець 2024 року (таблиця 2.8).

Таблиця 2.8 – Структура складських запасів ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» станом на 31 грудня 2024 року

Вид запасів	Кількість, тонн	Вартість, тис. грн	Питома вага, %
1	2	3	4
Макулатура	120	480	41,17
ПЕТ-пляшки	45	270	23,15
Поліетилен	30	180	15,43
Склобій	80	160	13,72
Металобрухт	15	76,1	6,53
Всього	290	1166,1	100

Джерело: складено автором на основі даних складського обліку

Дані таблиці 2.8 показують, що найбільшу частку у структурі складських запасів займає макулатура – 41,17 відсотка за вартістю та 120 тонн

за обсягом. ПЕТ-пляшки становлять 23,15 відсотка запасів, поліетилен – 15,43 відсотка, склобій – 13,72 відсотка, а металобрухт – 6,43 відсотка. Загальна вартість складських запасів становить 1 166,1 тисячі гривень.

Така структура запасів відповідає структурі переробки сировини та відображає основні напрямки діяльності підприємства. Запаси макулатури є найбільшими, оскільки цей вид сировини займає значний об'єм та вимагає постійного поповнення для забезпечення безперебійної роботи пресів.

Для оцінки ефективності використання складських площ розрахуємо коефіцієнт використання складського простору за формулою (2.1):

$$Квик = Sзайн / Sзаг \times 100\% \quad (2.1)$$

де Квик – коефіцієнт використання складського простору, %;

Sзайн – площа, зайнята запасами, м²;

Sзаг – загальна площа складу, м².

За даними складського обліку, площа, зайнята запасами станом на кінець 2024 року, становить 1 200 квадратних метрів при загальній площі закритих складських приміщень 1 400 квадратних метрів. Розрахуємо коефіцієнт:

Квик = 1 200 / 1 400 × 100% = 85,71%.

Отриманий коефіцієнт 85,71 відсотка свідчить про досить високий рівень використання складських площ. Це є позитивним показником, оскільки вказує на ефективне використання наявної інфраструктури. Водночас залишається резерв у 14,29 відсотка площі для розміщення додаткових запасів або розширення асортименту сировини.

Важливим показником ефективності складського господарства є швидкість обороту запасів. Для її розрахунку використовується формула (2.2):

$$Озап = Среал / Зсер \quad (2.2)$$

де Озап – оборотність запасів, разів;

Среал – собівартість реалізованої продукції за період, тис. грн;

Зсер – середня вартість запасів за період, тис. грн.

За даними фінансової звітності, собівартість реалізованої продукції за 2024 рік становила 12 316,0 тисяч гривень. Середня вартість запасів за рік, розрахована як середнє арифметичне залишків на початок та кінець року, становить 1 187,25 тисяч гривень. Розрахуємо оборотність:

Озап = 12 316,0 / 1 187,25 = 10,37 разів.

Тривалість одного обороту у днях розраховується за формулою (2.3):

$$Тоб = 365 / Озап \quad (2.3)$$

де Тоб – тривалість одного обороту, днів;

Озап – оборотність запасів, разів;

Тоб = 365 / 10,37 = 35,20 днів.

Отримані результати показують, що запаси підприємства обертаються 10,37 разів на рік, а тривалість одного обороту становить 35,20 днів. Для підприємств, що працюють у сфері переробки відходів, такі показники є задовільними, оскільки відображають баланс між необхідністю підтримання достатніх запасів для безперебійної роботи та мінімізацією замороження оборотного капіталу.

Організація складських операцій включає кілька основних процесів. Процес приймання вхідної сировини починається з прибуття транспорту на територію підприємства. Водій подає супровідні документи комірнику, який перевіряє відповідність фактичної кількості та якості сировини документам. Здійснюється візуальний огляд на предмет наявності недопустимих домішок, вологості та інших дефектів.

Якщо сировина відповідає вимогам, вона зважується на вагах та розвантажується у відповідну зону складу. Комірник оформляє прибутковий ордер у системі обліку та передає документи до бухгалтерії. У разі виявлення

невідповідностей складається акт про виявлені недоліки та здійснюється претензійна робота з постачальником.

Процес зберігання передбачає дотримання умов, що забезпечують збереження якості матеріалів. Макулатура та полімери зберігаються у закритих приміщеннях, захищених від атмосферних опадів та прямих сонячних променів. Необхідно підтримувати помірну вологість повітря, оскільки підвищена вологість може призвести до псування макулатури та зниження її якості.

Різні види сировини зберігаються окремо, щоб уникнути змішування та полегшити процес підбору для переробки. Тюки та мішки розміщуються на піддонах, що запобігає контакту з підлогою та забрудненню. Періодично здійснюється перевірка стану запасів на предмет виявлення пошкоджень, забруднення або інших проблем.

Процес відпуску сировини у виробництво здійснюється на підставі внутрішніх вимог від начальника дільниці. Комірник підбирає необхідну сировину з відповідної зони складу, переміщує її до виробничої зони та оформляє видатковий ордер. Облік ведеться як у кількісному, так і у вартісному вираженні.

Процес відвантаження готової продукції починається з отримання наряду на відвантаження від менеджера із збуту. Комірник формує партію продукції згідно із специфікацією замовлення, перевіряє її якість та комплектність. Продукція завантажується на транспортний засіб за допомогою навантажувача, оформляється товарно-транспортна накладна та видатковий ордер.

Водій отримує супровідні документи та здійснює доставку до місця призначення. Після підтвердження отримання продукції клієнтом документи передаються до бухгалтерії для оформлення реалізації.

Інвентаризація складських запасів проводиться згідно з вимогами законодавства та внутрішніми регламентами підприємства. Обов'язкова інвентаризація здійснюється на кінець року перед складанням річної

фінансової звітності. Додаткові інвентаризації можуть проводитися при зміні матеріально-відповідальних осіб, виявленні фактів крадіжки або нестачі, стихійних лихах або за рішенням керівництва.

Процес інвентаризації включає створення інвентаризаційної комісії, фактичний підрахунок запасів з фіксацією результатів в інвентаризаційних описах, порівняння фактичних залишків з даними бухгалтерського обліку та оформлення результатів. У разі виявлення розбіжностей складається протокол з зазначенням причин та винних осіб.

Для характеристики точності складського обліку розглянемо результати інвентаризації за 2024 рік (таблиця 2.9).

Таблиця 2.9 – Результати інвентаризації складських запасів ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» за 2024 рік

Показник	За даними обліку, тонн	За даними інвентаризації, тонн	Відхилення, тонн	Відхилення, %
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
Макулатура	120	118,5	–1,5	–1,25
ПЕТ-пляшки	45	44,7	–0,3	–0,67
Поліетилен	30	29,8	–0,2	–0,67
Склобій	80	79,5	–0,5	–0,63
Металобрухт	15	15	0	0
Всього	290	287,5	–2,5	–0,86

Джерело: складено автором на основі матеріалів інвентаризації

Аналіз даних таблиці 2.9 показує, що розбіжності між даними обліку та фактичними залишками є незначними. Загальне відхилення становить мінус 2,5 тонни або мінус 0,86 відсотка. Найбільше відхилення зафіксовано по макулатурі – мінус 1,5 тонни або мінус 1,25 відсотка, що пояснюється природним усиханням матеріалу під час зберігання та можливими похибками зважування.

Такий рівень точності обліку є прийнятним для підприємств галузі та свідчить про задовільну організацію складського господарства. В обліку

спочатку відображають,пересортування,оскільки надлишки чи нестачі можуть бути її наслідком, і лише потім виявляються кінцеві лишки і нестачі [35].

Аналіз ефективності використання складських площ показує, що при загальній площі 2 000 квадратних метрів підприємство обробляє 34 300 тонн сировини на рік. Розрахуємо показник інтенсивності використання складу (2.4):

$$Іскл = Qрік / Sзаг \quad (2.4)$$

де Іскл – інтенсивність використання складу, тонн/м² за рік;

Qрік – річний обсяг переробки сировини, тонн;

Sзаг – загальна площа складських приміщень, м².

Іскл = 34 300 / 2 000 = 17,15 тонн/м² за рік.

Отриманий показник 17,15 тонн на квадратний метр за рік свідчить про досить інтенсивне використання складських площ. Для порівняння, аналогічні підприємства галузі мають показники від 12 до 20 тонн на квадратний метр за рік, що дозволяє оцінити ефективність ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» як середню з тенденцією до високої.

Проведений аналіз системи складського господарства виявив ряд сильних сторін та проблемних аспектів. До сильних сторін належать достатня загальна площа складських приміщень для поточних обсягів діяльності, функціональне зонування складів за видами сировини та продукції, наявність необхідної вантажопідйомної техніки, автоматизований облік руху матеріалів, задовільна точність складського обліку та помірний рівень складських запасів.

Водночас виявлені наступні недоліки: відсутність адресної системи зберігання, що ускладнює пошук конкретних партій сировини; недостатня автоматизація складських процесів, зокрема немає системи автоматизованого управління складом класу WMS; обмежені можливості для вертикального зберігання через недостатню висоту стель у деяких зонах; застаріла вантажопідйомна техніка, що вимагає частого ремонту; відсутність системи

відеоспостереження для контролю складських операцій; недостатня протипожежна безпека складських приміщень.

Виявлені недоліки створюють потенційні ризики для ефективності логістичної системи та вимагають розробки заходів щодо їх усунення, що буде розглянуто у наступному розділі роботи.

Виходячи з проведеного аналізу, у разі впровадження заходів модернізації складського господарства, можна очікувати підвищення коефіцієнта використання площі до 90-92% та скорочення тривалості одного обороту запасів до 30 днів. Це сприятиме зростанню ефективності логістичної системи підприємства на 10-12%

Система складського господарства ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» в цілому є задовільною та інтенсивно використовується (17,15 тонн/м² на рік). Підприємство має ефективну оборотність запасів (близько 35 днів) та високу точність обліку (загальна недостача менше 1%). Проте, відсутність сучасних логістичних технологій (адресного зберігання, WMS) та необхідність оновлення технічної бази (застаріла техніка) створюють ризики. Це обмежує подальше підвищення швидкості обробки вантажів та вимагає розробки заходів з модернізації та автоматизації складських процесів.

Проведений аналіз організації складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» свідчить про загальну позитивну динаміку та стійке фінансове становище підприємства. За аналізований період підприємство досягло значного зростання чистого прибутку (+133,33%) та обсягів переробки (+18,28%), що було підкріплено суттєвим покращенням фінансової стійкості. Операційна діяльність характеризується високою якістю обслуговування, про що свідчить частка вчасно виконаних замовлень у 95,0% ,а ефективність використання ресурсів підтверджується інтенсивністю складських площ та задовільною оборотністю запасів (35,20 днів).

Водночас, подальше підвищення ефективності стримується технологічними та інформаційними недоліками: відсутня система

автоматизованого управління складом (WMS) та адресна система зберігання, а інформаційна логістика не має інтеграції з плануванням маршрутів. Значна частка транспортних витрат припадає на пальне (52,5%), що також створює ризики. Таким чином, міцна економічна база та висока оперативна ефективність створюють необхідні передумови для інвестування у модернізацію складської інфраструктури, оновлення техніки та автоматизацію логістичних процесів з метою усунення виявлених недоліків.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

3.1. Виявлення проблем та «вузьких місць» у складській логістиці

Проведений аналіз організації складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» дозволив виявити комплекс проблем, які стримують підвищення ефективності діяльності підприємства. Для систематизації виявлених недоліків доцільно застосувати метод комплексної діагностики, що охоплює технологічні, організаційні, інформаційні та економічні аспекти складського господарства.

Ключовою проблемою є відсутність адресної системи зберігання, що призводить до значних втрат часу на пошук необхідних партій сировини. За результатами хронометражу складських операцій встановлено, що середній час пошуку однієї позиції становить 8-12 хвилин, тоді як при адресному зберіганні цей показник може бути знижений до 2-3 хвилин. При середньому обсязі 15-20 операцій пошуку на добу загальні втрати часу складають близько 2,5 години або 18,75 відсотка робочого часу комірника.

Другою критичною проблемою є недостатня автоматизація складських процесів. Це не дозволяє оптимізувати маршрути комплектування, автоматично розподіляти завдання між працівниками та здійснювати моніторинг виконання операцій у режимі реального часу.

Для кількісної оцінки втрат від неефективної організації складських процесів розрахуємо показник втрат робочого часу за формулою (3.1):

$$Втрат = (Тф – Тн) / Тф \times 100\% \quad (3.1)$$

де Втрат – частка втрат робочого часу, відсоток;

Тф – фактичний час на операцію, хвилин;

Тн – нормативний час на операцію при оптимальній організації, хвилин.

За даними хронометражу, фактичний час на комплектацію одного замовлення становить 45 хвилин, тоді як при оптимальній організації він може бути знижений до 25 хвилин. Розрахуємо втрати:

Втрат = (45 – 25) / 45 × 100% = 44,44 відсотка.

Отримані результати свідчать про наявність значних резервів підвищення продуктивності складських операцій.

Третьою проблемою є застаріла вантажопідйомна техніка. Дизельний навантажувач експлуатується понад 10 років та вимагає частого ремонту, що призводить до простоїв. Середня кількість відмов техніки становить 8-10 випадків на рік з середнім часом простою 2-3 доби на кожну відмову. Загальні річні втрати часу від простоїв техніки становлять близько 20-25 робочих днів.

Відсутність системи відеоспостереження створює ризики несанкціонованого доступу до матеріальних цінностей та ускладнює контроль за дотриманням технологічних процесів. Крім того, недостатня протипожежна безпека складських приміщень створює потенційні ризики для збереження майна підприємства.

Відповідальним за організацію роботи та технічний стан системи відеоспостереження є керівник підприємства або уповноважена ним особа, на об’єкт якого надано авторизації на експлуатацію митного складу та складу тимчасового зберігання або дозволи на експлуатацію магазину безмитної торгівлі та вільної митної зони комерційного або сервісного типу [28].

Аналіз транспортної логістики виявив надмірну частку витрат на пальне у структурі транспортних витрат – 52,5 відсотка. Це пов'язано як з високими цінами на нафтопродукти, так і з неоптимальним плануванням маршрутів та завантаженням транспортних засобів.

Для більш систематизованого та зрозумілого уявлення про виявлені проблеми, а також для обґрунтування подальших кроків, ми складемо таблицю з їх класифікацією за типом та об’єктивною оцінкою впливу на ефективність

діяльності (таблиця 3.1). Цей крок є необхідним для переходу від констатації фактів до розробки плану дій.

Таблиця 3.1 – Класифікація проблем складської логістики ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Проблема	Тип проблеми	Вплив на ефективність	Пріоритет усунення
1	2	3	4
Відсутність адресного зберігання	Організаційна	Втрати часу 18,75%	Високий
Відсутність WMS	Технологічна	Зниження продуктивності на 44,44%	Високий
Високі витрати на пальне	Економічна	52,5% транспортних витрат	Високий
Застаріла техніка	Технічна	Простої 20–25 днів на рік	Середній
Відсутність відеоспостереження	Безпекова	Ризики втрат, складність контролю	Середній
Недостатня протипожежна безпека	Безпекова	Ризики втрати майна	Низький

Дані таблиці 3.1 чітко показують, що стратегічний фокус необхідно зосередити на проблемах організаційного, технологічного та економічного характеру. Саме ці напрямки, які несуть найбільші фінансові ризики та втрати ефективності, повинні стати фундаментальною основою для розробки пріоритетних заходів оптимізації та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Для об'єктивного визначення ключової пріоритетності напрямків оптимізації, а також для максимальної концентрації обмежених ресурсів підприємства на найбільш впливових проблемах, вважаємо найбільш доцільним застосувати класичний та перевірений метод АВС-аналізу проблем. Як основний критерій для цього аналізу ми оберемо потенційний економічний ефект від усунення кожної конкретної проблеми, оскільки він прямо відображає фінансову вигоду для ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ». На основі ґрунтовних експертних оцінок та ретельних фінансових розрахунків ми детально визначимо потенційну економію витрат за кожним напрямком

(таблиця 3.2). Такий підхід дозволить нам не просто перерахувати проблеми, а й науково обґрунтувати черговість інвестицій.

Таблиця 3.2 – ABC-аналіз проблем за критерієм потенційного економічного ефекту

Проблема	Потенційна економія, тис. грн	Питома вага, %	Група пріоритету	Рекомендована дія
1	2	3	4	5
Відсутність WMS	850	48,57	A (Критичний)	Проект впровадження WMS.
Високі витрати на пальне	550	31,43	A (Критичний)	Впровадження GPS-моніторингу та системи оптимізації маршрутів.
Відсутність адресного зберігання	250	14,29	B (Важливий)	Фізичне маркування складу (створення топології) та навчання персоналу.
Застаріла техніка	80	4,57	C (Додатковий)	Аудит і розробка плану лізингу/заміни найбільш критичних одиниць.
Відсутність відеоспостереження	20	1,14	C (Додатковий)	Встановлення системи з акцентом на зони зберігання цінних товарів та відвантаження.

Аналіз даних таблиці 3.2 свідчить, що дві проблеми групи A (відсутність WMS та високі витрати на пальне) забезпечують 80,00 відсотків потенційного економічного ефекту. Це підтверджує доцільність концентрації зусиль саме на цих напрямках оптимізації.

Проаналізуємо середній час виконання основних операцій та визначимо їх частку у загальному циклі обробки замовлення (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Тимчасова структура процесу обробки замовлення на складі ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Операція	Середній час, хв	Питома вага, %	Потенціал скорочення, %	Розрахунковий потенціал економії (хв)	Головний чинник впливу
1	2	3	4	5	6
Пошук позицій на складі	15	23,81	60%	9,00 хв	Відсутність адресного зберігання/WMS

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
Комплектування	18	28,57	50%	9,00 хв	Відсутність WMS/Неоптимальний маршрут
Переміщення до місць зберігання	12	19,05	40%	4,80 хв	Відсутність WMS/Хаотичне розміщення
Прийом та обробка замовлення	5	7,94	20%	1,00 хв	Автоматизація WMS
Пакування та маркування	8	12,7	25%	2,00 хв	Автоматизація обладнання
Оформлення документів	5	7,93	30%	1,50 хв	Автоматизація WMS/Інтеграція
Всього	63	100	–	27,30 хв	–

Аналіз, проведений на основі кількісних показників, відображених у Таблиці 3.3, показує, що найбільший потенціал оптимізації мають операції пошуку позицій (потенціал скорочення 60 відсотків) та комплектування (потенціал скорочення 50 відсотків).

Подальша стратегія оптимізації має бути сфокусована на впровадженні заходів (зокрема, WMS-систем та раціоналізації маршрутів), спрямованих на автоматизацію та прискорення саме цих критичних етапів.

Як видно з рисунку 3.1, проблеми згруповані за чотирма основними категоріями: персонал, методи роботи, обладнання та інформаційні системи. Найбільший вплив на низьку ефективність мають недосконалі методи роботи (відсутність адресного зберігання, неоптимальні маршрути) та застарілі інформаційні системи (відсутність WMS).

Детальний аналіз виявлених проблем свідчить про системний характер недоліків у функціонуванні складського господарства. Категорія «Персонал» охоплює проблеми недостатньої кваліфікації працівників та високої плинності кадрів. Проблеми у категорії «Методи роботи» включають застарілі технології комплектації та неефективне використання складських площ. Для візуалізації структури проблем складемо діаграму Ісікави (рис. 3.1).

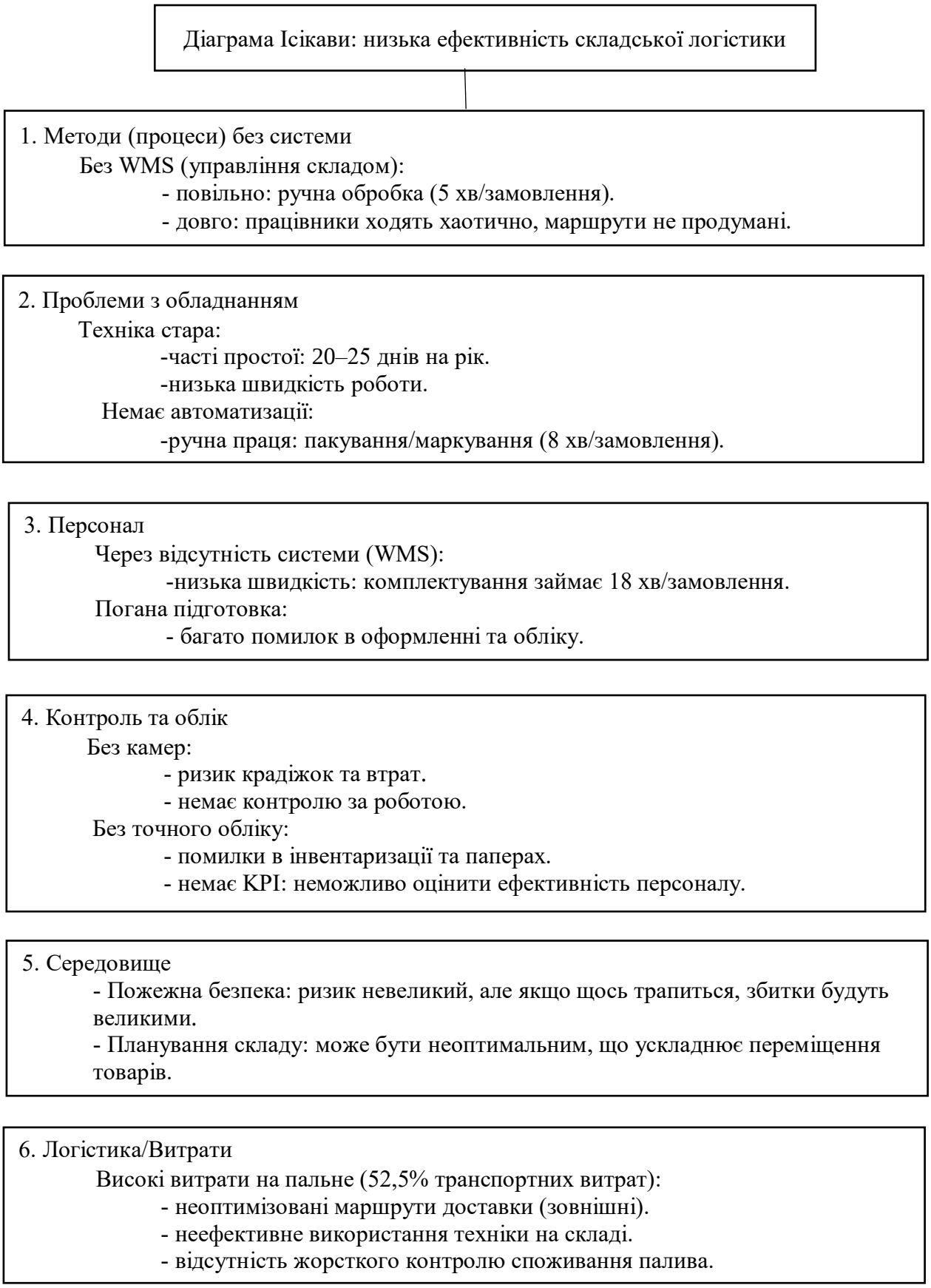


Рисунок 3.1 – Діаграма Ісікави «Низька ефективність складської логістики ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Аналіз показників точності складського обліку за результатами інвентаризації виявив загальне відхилення на рівні 0,86 відсотка. Хоча цей показник є прийнятним, він все ж свідчить про наявність певних недоліків у системі контролю. Для оцінки економічних втрат від неточності обліку розрахуємо їх вартісний еквівалент за формулою (3.2):

$$Вн = Звідх \times Цсер \quad (3.2)$$

де Вн – вартість втрат від неточності обліку, тис. грн;

Звідх – загальне відхилення за результатами інвентаризації, тонн;

Цсер – середня ціна однієї тонни запасів, тис. грн за тонну.

За даними таблиці 2.9, загальне відхилення становить 2,5 тонни. Середня ціна розраховується як відношення загальної вартості запасів до їх кількості: 1 166,1 тис. грн / 290 тонн = 4,02 тис. грн за тонну.

Вн = 2,5 × 4,02 = 10,05 тис. грн.

Річні втрати від неточності обліку становлять 10,05 тисячі гривень, що є незначною сумою, проте впровадження сучасних систем обліку дозволить повністю ліквідувати ці втрати.

Аналіз ефективності використання складських площ показав коефіцієнт 85,71 відсотка, що є задовільним показником. Однак при впровадженні сучасних технологій зберігання цей показник може бути підвищений до 90-92 відсотків. Тепер розрахуємо його потенціал вивільнення площ за формулою (3.3):

$$Sвив = Sзаг \times (Кцільовий – Кпоточний) \quad (3.3)$$

де Sвив – площа, що може бути вивільнена, м²;

Sзаг – загальна площа складу, м²;

Кцільовий – цільовий коефіцієнт використання площі;

Кпоточний – поточний коефіцієнт використання площі.

За умови підвищення коефіцієнта до 0,90:

Sвив = 1 400 × (0,90 – 0,8571) = 60 м².

Вивільнення 60 кв. м площі надає дві ключові переваги: розміщення додаткового обсягу запасів для забезпечення безперебійності виробництва, або оптимізацію розташування обладнання для підвищення операційної ефективності та внутрішньої логістики.

Критичною проблемою є також відсутність інтеграції між різними інформаційними системами підприємства. Програмне забезпечення для обліку не інтегровано з системами планування транспортних маршрутів, що вимагає подвійного введення даних та створює ризики помилок. Відсутність системи GPS-моніторингу транспорту ускладнює контроль за переміщенням вантажів та не дозволяє оперативно інформувати клієнтів про статус доставки. Некоректні дані або втрата накладних ускладнюють звірку реальних поставок із замовленнями, що може спричинити конфлікти з клієнтами або постачальниками, а також штрафи чи судові розгляди [11].

Проведений аналіз дозволяє сформулювати основні напрямки оптимізації складської логістики підприємства:

- впровадження системи автоматизованого управління складом класу WMS;

- організація адресної системи зберігання;

- Оптимізація транспортних маршрутів через перепланування логістичних ланцюгів;

- модернізація вантажопідйомної техніки;

Реалізація цих стратегічних напрямків не лише дозволить суттєво підвищити ефективність складської логістики через оптимізацію використання простору та скорочення часу обробки запасів, але й створить міцні економічні та операційні передумови для стабільного та подальшого розвитку підприємства. Зокрема, це забезпечить зменшення операційних витрат, підвищення оборотності запасів та закладе фундамент для майбутнього масштабування виробничих потужностей.

3.2. Впровадження сучасних інформаційних технологій управління складами (WMS-системи, штрих-кодування, RFID)

На основі виявлених проблем та «вузьких місць» у складській логістиці ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» пріоритетним напрямком оптимізації є впровадження сучасних інформаційних технологій. Аналіз показав, що відсутність системи автоматизованого управління складом класу WMS та адресного зберігання призводить до втрат продуктивності на 44,44 відсотка. Впровадження комплексу інформаційних технологій дозволить усунути ці недоліки та забезпечити якісно новий рівень управління складськими процесами.

Система управління складом WMS є програмно-апаратним комплексом, який забезпечує автоматизацію всіх процесів складування від приймання до відвантаження товарів. Для підприємства ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» пропонується впровадження WMS-системи з урахуванням специфіки діяльності у сфері переробки вторинної сировини.

Системи управління складом дозволяють автоматизувати різні процеси, пов’язані з прийомом, зберіганням, комплектацією та відвантаженням товарів. Основна мета WMS-забезпечення максимальної ефективності роботи складу, зменшення витрат та підвищення точності виконання замовлень [4].

Основні модулі WMS-системи, які необхідно впровадити, включають: модуль управління прийманням, який автоматизує процес реєстрації вхідних партій сировини з контролем відповідності замовленням; модуль адресного зберігання, що забезпечує оптимальне розміщення матеріалів з урахуванням їх характеристик та частоти обороту; модуль управління запасами, який здійснює контроль залишків у режиму реального часу та автоматичне формування заявок на поповнення; модуль комплектації, що оптимізує маршрути збирання замовлень та розподіляє завдання між працівниками; модуль відвантаження, який координує процеси підготовки та завантаження

продукції; модуль звітності та аналітики, що формує управлінську інформацію та ключові показники ефективності.

Для максимально обґрунтованого та стратегічно виваженого вибору WMS-системи, яка найкращим чином відповідатиме специфічним потребам та фінансовим можливостям ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ», є критично важливим провести ретельний порівняльний аналіз доступних на вітчизняному ринку рішень. Цей аналіз дозволить нам зважити не лише вартість ліцензії, але й такі ключові фактори, як терміни впровадження, складність інтеграції з існуючим обліком та масштабованість системи на майбутнє. Лише такий комплексний підхід гарантує, що інвестиції у технологічне вдосконалення будуть максимально ефективними та швидко окупними (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Порівняльний аналіз WMS-систем для впровадження на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Критерій	1С: WMS Логістика	Клеверенс	Warehouse Expert	SAP EWM
1	2	3	4	5
Вартість ліцензії, тис. грн	120–150	80–100	200–250	500–700
Термін впровадження, місяців	3–4	2–3	4–6	6–9
Складність навчання	Середня	Низька	Середня	Висока
Інтеграція з 1С	Висока	Висока	Середня	Низька
Масштабованість	Середня	Низька	Висока	Дуже висока
Підтримка мобільних терміналів	Так	Так	Так	Так
Загальна оцінка	8,5	7	8	6,5

Аналіз даних таблиці 3.4 показує, що найбільш оптимальним рішенням для підприємства є система «1С: WMS Логістика». Це рішення забезпечує найкращий баланс між вартістю, функціональністю та терміном впровадження. Критично важливою є висока інтеграція з вже використовуваною системою «1С: Підприємство 8.3», що мінімізує ризики та витрати на адаптацію.

Невід'ємною частиною WMS-системи є впровадження технології штрих-кодування. Кожній партії сировини та готової продукції присвоюється унікальний штрих-код, який містить інформацію про найменування, кількість, дату надходження, постачальника та місце зберігання.

Технічні характеристики мобільних терміналів повинні включати: операційну систему Android або Windows Mobile для сумісності з WMS; вбудований 2D-сканер штрих-кодів; Wi-Fi модуль для передачі даних у режимі реального часу; ударостійкий корпус з рівнем захисту IP65 для роботи у складських умовах; час автономної роботи не менше 8 годин. Орієнтовна вартість одного терміналу становить 15-20 тисяч гривень.

Процес роботи зі штрих-кодуванням включає наступні етапи. При надходженні сировини комірник сканує штрих-код постачальника або генерує власний код у системі WMS. Система автоматично реєструє партію та пропонує оптимальне місце для розміщення з урахуванням характеристик матеріалу та завантаженості зон. Комірник переміщує сировину до вказаного місця та підтверджує розміщення скануванням коду комірки. При відпуску у виробництво або відвантаженні готової продукції працівник сканує штрих-код партії, система автоматично списує матеріали та оновлює залишки.

Для підвищення точності та швидкості обліку на підприємстві пропонується впровадження RFID-технології (Radio Frequency Identification) для окремих категорій високоцінних матеріалів та обладнання. RFID-мітки дозволяють ідентифікувати об'єкти без прямого контакту та забезпечують можливість одночасного зчитування множини міток.

Технології дозволяють заощадити час і ресурси бізнесу. Тому питання автоматизації стоїть на порядку денному більшості підприємців. Ми розібралися в RFID-технології та в тому, як вона автоматизує та спрощує облік. Розібралися та розповідаємо вам у статті [29].

Порівняння технологій штрих-кодування та RFID представлене у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Порівняльна характеристика технологій штрих-кодування та RFID

Параметр	Штрих-кодування	RFID (Радіочастотна ідентифікація)
1	2	3
Вартість мітки, грн	0,20–0,50 (Дуже низька)	5,00–15,00 (Висока)
Дальність зчитування	10–30 см	1–10 метрів
Швидкість зчитування	1 об'єкт за раз	До 200 об'єктів одночасно
Необхідність прямої видимості	Так (Перешкода для швидкості)	Ні (Прискорення інвентаризації)
Можливість перезапису	Ні	Так
Вплив забруднень	Критичний	Мінімальний
Термін експлуатації	До зношування	5–10 років

Дані таблиці 3.5 показують, що RFID-технологія має суттєві переваги за швидкістю та зручністю використання, забезпечуючи високу точність обліку без прямої видимості, проте вона значно дорожча у впровадженні та експлуатації міток.

Саме тому доцільно застосувати комбінований підхід, який дозволить максимізувати ефективність при мінімальних витратах. Пропонується використовувати штрих-кодування для масових і низьковартісних позицій (таких як макулатура, полімери, склобій), а RFID-мітки залишити для обліку вантажопідйомної техніки, цінного обладнання та контейнерів багаторазового використання. Таке рішення дозволить досягти високої швидкості обліку критично важливих активів, зберігаючи при цьому економічну обґрунтованість всього інвентаризаційного процесу.

Для RFID-системи необхідно придбати: стаціонарні RFID-зчитувачі для встановлення на воротах складу – 2 одиниці; портативні RFID-зчитувачі для мобільного обліку – 2 одиниці; RFID-мітки – 500 одиниць для маркування обладнання та контейнерів. Орієнтовна вартість обладнання становить 180-220 тисяч гривень.

Організація адресної системи зберігання є критично важливим елементом оптимізації. Вся площа складу розділяється на логічні зони, кожна

з яких отримує літерне позначення: зона А – швидкообертові товари біля воріт відвантаження; зона В – товари середньої оборотності у центральній частині; зона С – повільнообертові товари у віддалених ділянках. Для визначення оптимального розміщення матеріалів застосуємо ABC-XYZ аналіз. На основі даних таблиці 2.1 та експертних оцінок стабільності попиту складемо класифікацію (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – ABC-XYZ аналіз видів сировини ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Вид сировини	Обсяг 2024, тонн	Частка у виторгу, %	Група ABC	Стабільність попиту	Група XYZ	Комбінована група
1	2	3	4	5	6	7
Макулатура	17500	45	A	Висока	X	AX
Склобій	9300	28	A	Висока	X	AX
Полімери	4500	20	B	Середня	Y	BY
Металобрухт	3000	7	C	Низька	Z	CZ

Аналіз даних таблиці 3.6 показує, що макулатура та склобій належать до групи AX і повинні розміщуватися у зоні А з максимальною доступністю. Полімери групи BY розміщуються у зоні В. Металобрухт групи CZ може зберігатися на відкритому майданчику та у віддалених зонах.

Для розрахунку економічного ефекту від скорочення часу пошуку та комплектації використаємо формулу (3.4):

$$Еч = (Тф – Тп) × Nоп × Dр × Zп / 60 \quad (3.4)$$

де Еч – економія часу на рік, годин;

Тф – фактичний час операції, хвилин;

Тп – плановий час після оптимізації, хвилин;

Nоп – кількість операцій на добу;

Dр – кількість робочих днів на рік;

Zп – кількість працівників.

За даними хронометражу, час пошуку позиції скоротиться з 15 до 3 хвилин, кількість операцій пошуку – 18 на добу, робочих днів – 250, працівників – 2.

Еч = (15 – 3) × 18 × 250 × 2 / 60 = 1 800 годин на рік.

Вартісна оцінка економії робочого часу розраховується за формулою (3.5):

$$Ев = Еч \times ЗПгод \quad (3.5)$$

де Ев – економія у вартісному вираженні, тис. грн;

Еч – економія часу, годин;

ЗПгод – середня погодинна заробітна плата, грн за годину.

Середньомісячна заробітна плата комірника становить 18 000 гривень, погодинна ставка при 8-годинному робочому дні та 22 робочих днях: 18 000 / (8 × 22) = 102,27 грн за годину.

Ев = 1 800 × 102,27 / 1 000 = 184,09 тис. грн на рік.

Річна економія витрат на оплату праці від скорочення часу операцій становить 184,09 тисячі гривень.

Впровадження WMS-системи дозволить оптимізувати управління запасами та знизити їх середній рівень на 20-25 відсотків при збереженні безперебійності постачання. Розрахуємо економічний ефект від зниження запасів за формулою (3.6):

$$Ез = Зсер \times Кзн \times Ск / 100 \quad (3.6)$$

де Ез – економія від зниження запасів, тис. грн;

Зсер – середня вартість запасів, тис. грн;

Кзн – коефіцієнт зниження запасів, відсоток;

Ск – вартість капіталу, відсоток річних.

За даними таблиці 2.3, середня вартість запасів становить 1 187,25 тисячі гривень, прогнозоване зниження – 22 відсотки, вартість капіталу для малих підприємств у поточних умовах – 25 відсотків річних.

Ез = 1 187,25 × 22 × 25 / 100 = 65,30 тис. грн на рік.

Економія від вивільнення оборотного капіталу становить 65,30 тисячі гривень на рік.

Додатковим ефектом від впровадження WMS-системи є підвищення точності обліку запасів. За результатами інвентаризації виявлено відхилення на рівні 0,86 відсотка, що призводить до річних втрат 10,05 тисячі гривень. Впровадження автоматизованої системи обліку дозволить знизити відхилення до 0,10-0,15 відсотка, що забезпечить економію близько 8,0 тисяч гривень на рік.

Інтеграція WMS з іншими системами є важливим аспектом. Схема інтеграції інформаційних систем представлена таким чином (рис. 3.2):



Рисунок 3.2 – Схема інтеграції інформаційних систем

Як видно з рисунку 3.2, WMS-система виступає центральним елементом, який забезпечує обмін даними з усіма іншими підсистемами. Інтеграція з бухгалтерською системою дозволяє автоматично формувати первинні документи та оновлювати дані про залишки. Зв'язок з системою управління транспортом забезпечує координацію процесів відвантаження та доставки. Інтеграція з CRM дозволяє інформувати клієнтів про статус виконання замовлень у режиму реального часу.

Для впровадження GPS-моніторингу транспорту необхідно встановити GPS-трекери на всі транспортні засоби підприємства. Це дозволить контролювати маршрути руху, витрати пального, дотримання графіків та оптимізувати планування доставок. Вартість одного GPS-трекера становить 3-5 тисяч гривень, абонентська плата за послуги моніторингу – 150-200 гривень на місяць на один автомобіль.

Загальні витрати на впровадження GPS-моніторингу для 5 автомобілів становлять: початкові інвестиції – 20 тисяч гривень, щорічні експлуатаційні витрати – 10,8 тисячі гривень. Економічний ефект від контролю витрат пального та оптимізації маршрутів оцінюється на рівні 10-15 відсотків зниження транспортних витрат.

Розрахуємо економію від зниження витрат на пальне за формулою (3.7):

$$Епал = Впал \times Кзн / 100 \qquad (3.7)$$

де Епал – економія витрат на пальне, тис. грн;

Впал – річні витрати на пальне, тис. грн;

Кзн – коефіцієнт зниження витрат, відсоток.

За даними таблиці 2.6, витрати на пальне у 2024 році становили 420,0 тисяч гривень. При прогнозованому зниженні на 12 відсотків:

Епал = 420,0 × 12 / 100 = 50,4 тис. грн на рік.

Річна економія витрат на пальне становить 50,4 тисячі гривень.

Для забезпечення успішного впровадження інформаційних технологій необхідно розробити поетапний план реалізації проєкту (таблиця 3.7). Такий план дозволяє структурувати процес впровадження, визначити чіткі терміни виконання кожного етапу та розподілити відповідальність між учасниками проєкту. Поетапний підхід мінімізує ризики, пов'язані з можливими збоями в роботі складу під час переходу на нові системи, та забезпечує поступову адаптацію персоналу до інноваційних технологій.

Таблиця 3.7 – План впровадження інформаційних технологій на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ»

Етап	Заходи	Термін виконання	Відповідальний	Витрати, тис. грн
1	2	3	4	5
Підготовчий	Аналіз бізнес-процесів, розробка технічного завдання	Місяць 1	Заступник директора	15
Закупівля обладнання	Придбання WMS-ліцензій (1С), мобільних терміналів (ТСД), RFID–обладнання	Місяць 2	Головний бухгалтер	280
Маркування	Розробка адресної системи, маркування зон та комірок	Місяць 2-3	Начальник дільниці	25
Налаштування	Встановлення та конфігурація WMS (Бухгалтерія, TMS)	Місяць 3-4	Зовнішній консультант	80
Навчання	Навчання персоналу роботі з новою системою та ТСД	Місяць 4	Зовнішній тренер	20
Тестування	Пілотний запуск (робота в «паралельному» режимі), виявлення та виправлення помилок	Місяць 5	Заступник директора	10
Промислова експлуатація	Повний перехід на нову систему (Вивід старої системи з експлуатації)	Місяць 6	Директор	5
Всього	–	6 місяців	–	435

Дані таблиці 3.7 показують, що загальний термін впровадження становить 6 місяців при загальних інвестиціях 435,0 тисяч гривень. Критично важливим є якісне виконання підготовчого етапу та етапу навчання персоналу, оскільки від цього залежить успішність всього проєкту.

Перед впровадженням розроблених рекомендацій критично важливим

етапом є прогнозування, детальна ідентифікація та оцінка потенційних ризиків проєкту.

Необхідно провести якісний аналіз ймовірності виникнення та ступеня впливу таких чинників, як, наприклад, збої в постачанні або протидія персоналу. Результати цього аналізу дозволять розробити ефективні стратегії мінімізації ризиків та забезпечити стійкість проєкту.

Саме для оцінки ризиків впровадження складемо матрицю ризиків (таблиця 3.8). Ця матриця є ключовим інструментом, що дозволяє ідентифікувати потенційні загрози, системно оцінити ймовірність їх виникнення та ступінь впливу на загальні результати проєкту, а також розробити ефективні превентивні заходи для мінімізації негативних наслідків і забезпечення стабільної реалізації всіх оптимізаційних рішень.

Таблиця 3.8 – Матриця ризиків впровадження інформаційних технологій

Ризик	Ймовірність	Вплив	Рівень ризику	Заходи мінімізації
1	2	3	4	5
Опір персоналу новим технологіям	Середня	Високий	Високий	Якісне навчання, мотиваційна програма
Технічні збої при інтеграції систем	Середня	Середній	Середній	Залучення досвідчених консультантів
Перевитрата бюджету проєкту	Низька	Середній	Низький	Детальне планування, резервний фонд 10 відсотків
Затримка термінів впровадження	Середня	Середній	Середній	Чіткий контроль дотримання графіку
Недостатня функціональність системи	Низька	Високий	Середній	Ретельний вибір постачальника, тестування

Найбільш значущий ризик, виявлений таблицею 3.8, – це опір персоналу нововведенням. Для запобігання уповільненню чи зриву впровадження інновацій необхідні своєчасні дії для його мінімізації.

Для цього, на етапі підготовки проєкту, слід провести ґрунтовну роз'яснювальну роботу, щоб повністю продемонструвати переваги нової

системи для співробітників. Потрібна розробка системи ключових показників ефективності (KPI) для моніторингу результатів (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Цільові показники ефективності після впровадження інформаційних технологій

Показник	Поточне значення	Цільове значення	Зміна	Зв'язок з проблемами
1	2	3	4	5
Час комплектації замовлення, хв	45	25	–44,44%	Прямий результат впровадження WMS та адресного зберігання.
Продуктивність праці, тонн на особу	2143,75	2785	+29,91%	Комбінований результат скорочення часу та кращого використання ресурсів.
Оборотність запасів, днів	35,2	28	–20,45%	Покращення управління запасами та зменшення часу простою товару.
Точність інвентаризації, %	99,14	99,85	+0,71%	Результат впровадження WMS, ТСД та усунення ручного обліку.
Коефіцієнт використання площі, %	85,71	91	+5,29%	Результат оптимізації розміщення (слотинг) після впровадження адресності.
Частка вчасно виконаних замовлень, %	95	98,5	+3,50%	Інтеграційний ефект WMS, TMS та CRM.

Дані таблиці 3.9 демонструють суттєве покращення всіх ключових показників. Особливо важливим є скорочення часу комплектації на 44,44 відсотка та підвищення оборотності запасів на 20,45 відсотка, що безпосередньо впливає на фінансові результати діяльності підприємства.

Для забезпечення стабільної роботи впровадженої системи необхідно створити регламент технічної підтримки, який включає: щоденне резервне копіювання бази даних; щотижневу перевірку працездатності.

Впровадження сучасних інформаційних технологій створює передумови для переходу до концепції «розумного складу», де всі процеси максимально автоматизовані, а рішення приймаються на основі аналізу великих масивів даних у режимі реального часу.

3.3. Оптимізація логістичних витрат та підвищення ефективності складських процесів

Комплексна оптимізація складської логістики вимагає не лише впровадження інформаційних технологій, але й системних заходів щодо зниження логістичних витрат та підвищення ефективності всіх складських процесів.

Як показав аналіз, середня тривалість одного обороту запасів становить 35,20 днів, що є задовільним показником, проте існує потенціал його покращення до 28,00 днів. Для цього пропонується впровадити диференційовану систему управління запасами на основі ABC-XYZ аналізу.

Для товарів групи AX (макулатура, склобій) пропонується використати модель з фіксованим інтервалом часу між замовленнями. Розрахунок оптимального розміру замовлення здійснюється за формулою Вілсона (3.8):

$$EOQ = \sqrt{(2 \times D \times S / H)} \quad (3.8)$$

де EOQ – економічний розмір замовлення, тонн;

D – річний попит, тонн;

S – витрати на оформлення одного замовлення, грн;

H – витрати на зберігання одиниці запасу за рік, грн за тонну.

Для макулатури річний попит становить 17 500 тонн, витрати на оформлення замовлення (адміністративні витрати, транспорт) – 2 500 гривень, витрати на зберігання – 800 гривень за тонну на рік.

$EOQ = \sqrt{(2 \times 17\,500 \times 2\,500 / 800)} = 331{,}66$ тонн.

Оптимальний розмір партії закупівлі макулатури становить 332 тонни, що при річному попиті 17 500 тонн означає 53 замовлення на рік або одне замовлення кожні 6,9 днів.

Для товарів групи BY (полімери) доцільно застосувати систему з фіксованим розміром замовлення та точкою перезамовлення.

Точка перезамовлення розраховується за формулою (3.9):

$$ROP = D \times LT + SS \quad (3.9)$$

де ROP – точка перезамовлення, тонн;

D – середньодобовий попит, тонн за добу;

LT – час виконання замовлення, днів;

SS – страховий запас, тонн.

Для полімерів середньодобовий попит становить 4 500 / 250 = 18 тонн на добу, час виконання замовлення – 5 днів, страховий запас для забезпечення рівня сервісу 98 відсотків – 25 тонн.

ROP = 18 × 5 + 25 = 115 тонн.

При досягненні рівня запасів 115 тонн необхідно формувати замовлення на поповнення.

Для товарів групи CZ (металобрухт) застосовується спрощена система періодичного поповнення з фіксованим інтервалом один раз на місяць з урахуванням наявних залишків.

Впровадження оптимізованої системи управління запасами дозволить знизити середній рівень запасів на 22 відсотки без погіршення рівня обслуговування. Розрахуємо економічний ефект за формулою (3.10):

$$Ез = (Зп – Зо) \times Ск / 100 \quad (3.10)$$

де Ез – річна економія, тис. грн;

Зп – поточний рівень запасів, тис. грн;

Зо – оптимізований рівень запасів, тис. грн;

Ск – вартість капіталу, відсоток.

Поточний рівень запасів становить 1 187,25 тисячі гривень, оптимізований рівень після впровадження системи: 1 187,25 × 0,78 = 926,06 тисячі гривень, вартість капіталу – 25 відсотків.

Ез = (1 187,25 – 926,06) × 25 / 100 = 65,30 тис. грн на рік.

Економія від оптимізації управління запасами становить 65,30 тисячі гривень на рік.

Другим напрямком оптимізації є модернізація вантажопідйомної техніки. Аналіз показав, що застаріла техніка призводить до простоїв на 20-25 робочих днів на рік. Пропонується придбати новий електричний навантажувач вантажопідйомністю 2,5 тонни замість зношеного дизельного навантажувача. Переваги електричного навантажувача включають: нижчі експлуатаційні витрати (вартість електроенергії нижча за вартість дизельного пального); відсутність шкідливих викидів, що дозволяє використовувати техніку у закритих приміщеннях; нижчий рівень шуму; вищу надійність та менші витрати на обслуговування.

Вартість нового електричного навантажувача становить приблизно 650-750 тисяч гривень. Розрахуємо термін окупності за формулою (3.11):

$$Ток = Ін / (Епал + Ерем + Епр) \quad (3.11)$$

де Ток – термін окупності, років;

Ін – інвестиції у придбання техніки, тис. грн;

Епал – річна економія на паливі, тис. грн;

Ерем – економія на ремонті, тис. грн;

Епр – економія від ліквідації простоїв, тис. грн.

Вартість техніки приймаємо 700 тисяч гривень. Річна економія на паливі розраховується виходячи з середньої різниці вартості електроенергії та дизельного пального. Електричний навантажувач споживає приблизно 15 кВт·год на зміну, дизельний – 25 літрів пального. При 250 робочих днів, вартості електроенергії 5 гривень за кВт·год та дизельного пального 55 гривень за літр:

Епал = (25 × 55 – 15 × 5) × 250 / 1 000 = 325,0 тис. грн на рік.

Економія на ремонті оцінюється на рівні 40 тисяч гривень на рік виходячи з різниці витрат на обслуговування. Економія від ліквідації простоїв розраховується як вартість невиконаних операцій. При простої 22 дні на рік та середньому обсязі переробки 137 тонн на добу, втрачається можливість переробити 3 014 тонн сировини. При середній маржі 2 000 гривень за тонну втрати становлять 6 028 тисяч гривень, що є завищеною оцінкою. Реально враховуємо втрати від простою персоналу та зниження рівня обслуговування на рівні 80 тисяч гривень на рік.

Ток = 700 / (325,0 + 40,0 + 80,0) = 1,57 років.

Термін окупності інвестиції у новий навантажувач становить 1,57 років, що є прийнятним показником.

Третім напрямком оптимізації є реорганізація складського простору для підвищення коефіцієнта використання площі з 85,71 до 91,00 відсотків. Це досягається шляхом: впровадження багатоярусного зберігання з використанням стелажного обладнання; оптимізації ширини проходів між рядами стелажів; консолідації дрібних партій товарів у загальні зони зберігання.

Для впровадження стелажного зберігання необхідно придбати металеві стелажі загальною довжиною 80 погонних метрів висотою 4 метри. Вартість одного погонного метра стелажів з монтажем становить 8-10 тисяч гривень. Загальні інвестиції: 80 × 9 = 720 тисяч гривень.

Впровадження стелажного зберігання дозволить вивільнити близько 80 квадратних метрів площі, які можуть бути використані для розміщення додаткового обладнання або збільшення обсягів зберігання. Економічний ефект оцінюється як вартість оренди аналогічної площі на ринку. При середній вартості оренди складських приміщень у Запоріжжі 80 гривень за м² на місяць:

Еор = 80 × 80 × 12 / 1 000 = 76,8 тис. грн на рік.

Умовна економія від вивільнення площі становить 76,8 тисячі гривень на рік.

Четвертим напрямком оптимізації є впровадження системи планування транспортних маршрутів для зниження витрат на пальне. Як показав аналіз, витрати на пальне займають 52,5 відсотка у структурі транспортних витрат. Крім впровадження GPS-моніторингу, пропонується використати програмне забезпечення для оптимізації маршрутів доставки з урахуванням географічного розташування точок, обсягів вантажів та завантаженості доріг.

Оптимізація маршрутів дозволяє скоротити загальний пробіг транспорту на 15-20 відсотків. Додатково до економії від GPS-моніторингу (50,4 тисячі гривень) оптимізація маршрутів забезпечить додаткову економію. Розрахуємо за формулою (3.12):

$$Емар = Впал \times Кскор / 100 \quad (3.12)$$

де Емар – економія від оптимізації маршрутів, тис. грн;

Впал – витрати на пальне, тис. грн;

Кскор – коефіцієнт скорочення пробігу, відсоток.

При додатковому скороченні пробігу на 8 відсотків після впровадження GPS:

Емар = 420,0 × 8 / 100 = 33,6 тис. грн на рік.

Додаткова економія від оптимізації маршрутів становить 33,6 тисячі гривень на рік.

П'ятим напрямком оптимізації є впровадження системи мотивації персоналу, орієнтованої на підвищення продуктивності праці та якості роботи. Пропонується запровадити систему преміювання залежно від виконання ключових показників: точності комплектації замовлень – премія 10 відсотків від окладу при досягненні точності 99,5 відсотка; дотримання термінів обробки замовлень – премія 8 відсотків при виконанні 98 відсотків замовлень вчасно; відсутності втрат та псування матеріалів – премія 7 відсотків при нульових втратах; раціоналізаторських пропозиціях – одноразова премія 5 000-15 000 гривень за впроваджену пропозицію.

Загальний фонд преміювання становитиме близько 15 відсотків від фонду оплати праці складського персоналу. При середній заробітній платі складського персоналу (9 осіб) 16 000 гривень на місяць річний фонд оплати праці становить: 16 000 × 9 × 12 = 1 728 тисяч гривень. Фонд преміювання: 1 728 × 0,15 = 259,2 тисячі гривень на рік.

Очікуване підвищення продуктивності праці від впровадження системи мотивації оцінюється на рівні 12–15 відсотків. Розрахуємо економічний ефект за формулою (3.13):

$$Епрод = (Vо – Vп) × Мп \quad (3.13)$$

де Епрод – економічний ефект від підвищення продуктивності, тис. грн;

Vо – обсяг переробки після оптимізації, тонн;

Vп – поточний обсяг переробки, тонн;

Мп – маржа на одиницю продукції, грн за тонну.

При підвищенні продуктивності на 13 відсотків обсяг переробки зросте з 34 300 до 38 759 тонн, приріст становить 4 459 тонн. При середній маржі 2 000 гривень за тонну:

Епрод = 4 459 × 2 000 / 1 000 = 8 918,0 тис. грн на рік.

Приріст маржинального прибутку від підвищення продуктивності становить 8 918,0 тисяч гривень на рік, що значно перевищує витрати на преміювання.

Шостим напрямком оптимізації є впровадження системи відеоспостереження. Необхідно встановити 12 камер відеоспостереження у критичних зонах складу, систему відеозапису з архівом на 30 днів та монітор для перегляду у кабінеті керівника. Вартість обладнання та монтажу становить 80–100 тисяч гривень. Сучасне відеоспостереження забезпечить постійний контроль над критичними зонами, значно зменшуючи ризик несанкціонованого доступу та сприяючи підвищенню загальної виконавчої дисципліни персоналу.

Економічний ефект від впровадження відеоспостереження полягає у зниженні втрат від несанкціонованого доступу, можливості розслідування інцидентів та підвищенні дисципліни персоналу. Оцінка ефекту становить 15-20 тисяч гривень на рік.

Для узагальнення всіх запропонованих заходів складемо зведену таблицю інвестицій та економічних ефектів (таблиця 3.10).

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця інвестицій та економічних ефектів від оптимізації складської логістики

Захід	Інвестиції, тис. грн	Річна економія, тис. грн	Термін окупності, років	Пріоритет (за окупністю)
1	2	3	4	5
Система мотивації персоналу	259,2	8918	0,03	1. Екстремально високий
Оптимізація управління запасами	0	65,3	0	2. Негайний (Без інвестицій)
GPS–моніторинг транспорту	20	50,4	0,4	3. Високий (Менше півроку)
Програмне забезпечення маршрутизації	25	33,6	0,74	4. Високий (Менше року)
Придбання електричного навантажувача	700	445	1,57	5. Середній (Хороша окупність)
Впровадження WMS та штрих-кодування	435	249,39	1,74	6. Середній
Система відеоспостереження	90	17,5	5,14	7. Низький (Безпека)
Стелажне обладнання	720	76,8	9,38	8. Низький (Капітальне будівництво)
Всього	2249,2	9856	0,23	Швидка загальна окупність

Дані таблиці 3.10 показують, що загальні інвестиції у оптимізацію складської логістики становлять 2 249,2 тисячі гривень, а сукупний річний економічний ефект – 9 856,0 тисяч гривень.

Загальний термін окупності всього комплексу заходів становить лише 0,23 року або 2,7 місяця, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованих рішень.

Найбільший економічний ефект забезпечує впровадження системи мотивації персоналу, яка стимулює підвищення продуктивності праці. Швидко окуповуються інвестиції у GPS-моніторинг (0,40 року) та програмне забезпечення маршрутизації (0,74 року).

Для візуалізації очікуваної фінансової вигоди, вважаємо за необхідне скласти зведену прогнозну таблицю (таблиця 3.11). Цей прогноз є кульмінацією всього аналізу, оскільки він демонструє, як інвестиції та структурні зміни трансформують операційну ефективність у реальний фінансовий прибуток.

Таблиця 3.11 – Прогнозні показники діяльності ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» після впровадження заходів оптимізації

Показник	2024 рік (факт)	Прогноз після оптимізації	Зміна, відсоток	Примітки та зв'язок з оптимізацією
1	2	3	4	5
Обсяг переробки, тонн	34300	38759	+13,00%	Зростання пропускної здатності за рахунок WMS та швидшого комплектування.
Чистий дохід, тис. грн	36500	41245	+13,00%	Пряма кореляція зі зростанням обсягу.
Собівартість, тис. грн	28000	30389	+8,53%	Зростання через обсяг, але нижче, ніж зростання доходу.
Валовий прибуток, тис. грн	8500	10856	+27,72%	Ключовий фінансовий результат. Значне зростання прибутковості.
Складські витрати, тис. грн	2450	2180	–11,02%	Ефект WMS, адресності та оптимізації процесів.
Транспортні витрати, тис. грн	800	716	–10,50%	Ефект GPS–моніторингу та ПЗ маршрутизації.
Рентабельність діяльності, %	23,29	26,32	+3,03 п.п.	Підтвердження ефективності. Покращення загального фінансового стану.
Продуктивність праці, т/особу	2143,75	2422,44	+13,00%	Прямий результат скорочення часу на пошук та комплектування.
Оборотність запасів, днів	35,2	28	–20,45%	Покращення управління запасами (BY, CZ групи).
Коефіцієнт використання площі, %	85,71	91	+5,29%	Ефект від адресного зберігання та слотингу (оптимального розміщення).

Аналіз даних таблиці 3.11 демонструє суттєве покращення всіх ключових показників діяльності підприємства внаслідок впровадження комплексу заходів оптимізації. Обсяг переробки сировини зросте на 13,00 відсотків і досягне 38 759 тонн, що забезпечить пропорційне зростання чистого доходу до 41 245 тисяч гривень. Особливо важливим є той факт, що собівартість зросте лише на 8,53 відсотка завдяки оптимізації витрат, що призведе до збільшення валового прибутку на 27,72 відсотка до 10 856 тисяч гривень.

Складські витрати знизяться на 11,02 відсотка завдяки впровадженню WMS-системи, адресного зберігання та оптимізації використання робочого часу. Транспортні витрати скоротяться на 10,50 відсотка внаслідок впровадження GPS-моніторингу та оптимізації маршрутів. Загальна рентабельність діяльності підвищиться з 23,29 до 26,32 відсотка, що свідчить про суттєве покращення економічної ефективності.

Продуктивність праці зросте на 13,00 відсотків завдяки автоматизації процесів та впровадженню системи мотивації персоналу. Оборотність запасів прискориться з 35,20 до 28,00 днів, що вивільнить оборотний капітал та підвищить фінансову гнучкість підприємства. Коефіцієнт використання складської площі підвищиться до 91,00 відсотка завдяки впровадженню стелажного обладнання та раціонального розміщення товарів.

Для оцінки інтегрального ефекту від реалізації всіх заходів оптимізації розрахуємо чистий дисконтований дохід за формулою (3.14):

$$NPV = -I_0 + \sum(CF_t / (1 + r)^t) \quad (3.14)$$

де NPV – чистий дисконтований дохід, тис. грн;

I_0 – початкові інвестиції, тис. грн;

CF_t – грошовий потік у періоді t, тис. грн;

r – ставка дисконтування;

t – період, років.

Приймаємо ставку дисконтування 20 відсотків, що відповідає середній вартості капіталу для малих підприємств у поточних економічних умовах. Горизонт розрахунку – 5 років. Початкові інвестиції становлять 2 249,2 тисячі гривень, річний грошовий потік від економії витрат та приросту прибутку – 9 856,0 тисяч гривень.

NPV = –2 249,2 + 9 856,0 / 1,20 + 9 856,0 / 1,44 + 9 856,0 / 1,73 + 9 856,0 / 2,07 + 9 856,0 / 2,49 = –2 249,2 + 8 213,3 + 6 844,4 + 5 697,7 + 4 760,4 + 3 958,6 = 27 225,2 тис. грн.

Чистий дисконтований дохід від реалізації проєкту оптимізації становить 27 225,2 тисячі гривень, що підтверджує високу економічну доцільність запропонованих заходів.

Розрахуємо також індекс прибутковості інвестицій за формулою (3.15):

$$PI = NPV / I_0 + 1 \quad (3.15)$$

де PI – індекс прибутковості інвестицій.

PI = 27 225,2 / 2 249,2 + 1 = 13,10.

Індекс прибутковості 13,10 означає, що на кожну гривню вкладених інвестицій підприємство отримає 13,10 гривень дисконтованого доходу, що є надзвичайно високим показником ефективності.

Для забезпечення успішної реалізації запропонованих заходів необхідно розробити систему контролю та моніторингу впровадження. Пропонується створити проєктний офіс під керівництвом заступника директора з логістики, який включатиме представників ключових підрозділів підприємства. Проєктний офіс здійснюватиме координацію всіх заходів, контроль дотримання термінів та бюджету, моніторинг досягнення цільових показників ефективності.

Необхідно запровадити систему щотижневих нарад проєктної команди для обговорення поточного стану виконання робіт, виявлення проблем та прийняття оперативних рішень. Щомісячно має складатися звіт про виконання

проєкту з аналізом відхилень від плану та коригувальними діями. Після завершення впровадження кожного етапу необхідно проводити аудит досягнутих результатів та документування кращих практик.

Критичним фактором успіху є залучення та підтримка персоналу на всіх етапах впровадження змін. Необхідно проводити регулярні інформаційні зустрічі з працівниками, на яких роз'яснювати мету та переваги запропонованих змін, демонструвати проміжні результати та збирати зворотний зв'язок. Працівники, які активно сприяють впровадженню інновацій, повинні отримувати додаткове матеріальне та нематеріальне заохочення.

Важливим аспектом є також формування партнерських відносин з постачальниками обладнання та програмного забезпечення. Необхідно укласти договори на технічну підтримку та супроводження впроваджених систем, що забезпечить їх стабільну роботу та можливість оперативного вирішення технічних проблем.

Доцільно також передбачити навчання внутрішніх фахівців для можливості самостійного виконання базових налаштувань та обслуговування систем. Успішне управління логістичною діяльністю підприємства в цифрову епоху залежить від ефективного використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, програмного забезпечення та інформаційних систем. [25].

Реалізація запропонованого комплексу заходів оптимізації складської логістики дозволить підприємству ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» вийти на якісно новий рівень операційної ефективності, підвищити конкурентоспроможність на ринку переробки вторинної сировини та створити передумови для подальшого масштабування бізнесу. Впровадження сучасних інформаційних технологій, оптимізація бізнес–процесів та мотивація персоналу забезпечать синергетичний ефект, який значно перевищує суму ефектів від окремих заходів.

На основі детального аналізу, головними проблемами логістики ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» визнано відсутність WMS-системи та високі транспортні витрати.

Розроблено комплексний проект оптимізації (терміном 6 місяців, інвестиції 2 249,2 тис. грн), що включає:

- Впровадження WMS «1С: WMS Логістика» та адресної системи (для усунення втрат часу до 44,44%).

- Впровадження GPS-моніторингу та ПЗ маршрутизації (для контролю витрат на пальне).

- Запровадження системи мотивації персоналу (як найбільш прибутковий захід).

Саме тому цей проект є стратегічно критичним, а його надзвичайна економічна ефективність є беззаперечною, що підтверджується:

- Терміном окупності: інвестиції повертаються менш ніж за 3 місяці (0,23 року), що є революційним показником для будь-якого підприємства.

- Стрімким зростанням прибутку: це забезпечує гарантоване зростання валового прибутку на 27,72% за перший рік реалізації.

Такий потужний фінансовий результат стає можливим завдяки системному та рішучому усуненню двох ключових проблем, які роками стримували потенціал підприємства:

- Ліквідація головного «вузького місця» (організаційний порядок): Остаточно ліквідувати колосальні втрати продуктивності до 44,44% – часу, який буквально зникав на пошук товарів та хаотичне комплектування. Це досягається завдяки впровадженню сучасної WMS-системи та кардинальному наведенню ладу через адресне зберігання.

Таким чином, реалізація цього проекту – це не просто зміна окремих інструментів. Це комплексна трансформація всього логістичного ланцюга, яка виводить ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» на якісно новий рівень операційної ефективності та забезпечує стійку конкурентну перевагу на ринку.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведене дослідження присвячене актуальній проблемі оптимізації складської логістики на підприємстві з переробки вторинної сировини ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій та удосконалення організації бізнес-процесів. Актуальність теми зумовлена критичною роллю ефективної складської логістики у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств галузі, де відсутність сучасних систем управління призводить до значних втрат продуктивності та надмірних логістичних витрат.

У першому розділі роботи систематизовано теоретико-методологічні основи складської логістики як ключової підсистеми логістичного менеджменту. Встановлено, що сутність складської логістики полягає в оптимізації процесів руху, зберігання та перетворення матеріальних потоків з метою мінімізації загальних логістичних витрат при забезпеченні високого рівня клієнтського сервісу. Виявлено, що сучасний склад виконує сім основних функцій: зберігання, перевалка, консолідація, розподіл, обслуговування, інформаційна підтримка та управління запасами, що перетворює його на багатофункціональний логістичний вузол. Ефективність складської логістики базується на п'яти фундаментальних принципах: системності, комплексності, оптимальності, економічності та адаптивності. Досліджено систему управління складськими процесами в логістичному ланцюгу, де центральним елементом виступає WMS-система, яка інтегрує всі операції складу та забезпечує прозорість і автоматизацію ключових процесів. Проведений порівняльний аналіз вітчизняних та зарубіжних підходів виявив технологічний розрив, особливо у сфері інвестицій в інновації та рівня автоматизації, що підкреслює необхідність активного впровадження міжнародного досвіду. Класифіковано методи оптимізації складської діяльності за сферою застосування, рівнем складності впровадження та

терміном окупності, що дозволило обґрунтувати комплексний підхід до модернізації складського господарства.

У другому розділі проведено комплексний аналіз організації складської логістики на ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ». Встановлено, що підприємство демонструє стійку позитивну динаміку розвитку: за період 2021–2024 років обсяг переробки вторинної сировини зріс на 18,28 відсотків до 34 300 тонн, чистий прибуток збільшився на 133,33 відсотків до 3 500 тисяч гривень, а рентабельність продажів підвищилася з 5,88 до 9,59 відсотків. Суттєво покращилися показники фінансової стійкості: власний капітал зріс до 1 100,5 тисяч гривень, а коефіцієнт автономії досяг 0,304. Аналіз логістичних процесів показав високу якість обслуговування споживачів з часткою вчасно виконаних замовлень 95 відсотків при низькому рівні рекламацій 3,33 відсотка. Дослідження існуючої системи складського господарства виявило задовільну ефективність використання ресурсів: коефіцієнт використання складської площі становить 85,71 відсотків, інтенсивність використання складу досягає 17,15 тонн на квадратний метр за рік, оборотність запасів складає 35,20 днів, а точність складського обліку перевищує 99 відсотків. Водночас виявлено критичні недоліки: відсутність системи автоматизованого управління складом класу WMS та адресного зберігання, слабка інформаційна інтеграція між підсистемами, надмірна частка витрат на пальне у структурі транспортних витрат на рівні 52,5 відсотка, застаріла вантажопідйомна техніка та відсутність GPS-моніторингу транспорту.

У третьому розділі на основі виявлених проблем розроблено комплексну програму оптимізації складської логістики. За допомогою методу ABC-аналізу встановлено, що дві критичні проблеми – відсутність WMS-системи та високі витрати на пальне – забезпечують 80 відсотків потенційного економічного ефекту від оптимізації. Хронометраж складських операцій виявив втрати продуктивності на рівні 44,44 відсотка через неефективну організацію процесів пошуку та комплектації. Розроблено проект впровадження інформаційних технологій терміном 6 місяців, який включає систему

управління складом «1С: WMS Логістика», адресну систему зберігання з використанням штрих-кодування та мобільних терміналів збору даних, RFID-технологію для високоцінних матеріалів, GPS-моніторинг транспорту та програмне забезпечення оптимізації маршрутів. Запропоновано заходи з модернізації матеріально-технічної бази, включаючи придбання нового електричного навантажувача та стелажного обладнання, а також впровадження системи мотивації персоналу, орієнтованої на ключові показники ефективності.

Економічне обґрунтування запропонованих заходів свідчить про їх високу ефективність. Загальний обсяг інвестицій у проект оптимізації становить 2 249,2 тисячі гривень при сукупному річному економічному ефекті 9 856 тисяч гривень, що забезпечує термін окупності 0,23 року або 2,7 місяця. Найбільший економічний ефект забезпечує впровадження системи мотивації персоналу з приростом маржинального прибутку 8 918 тисяч гривень на рік, оптимізація управління запасами з економією 65,3 тисячі гривень, GPS–моніторинг транспорту з економією 50,4 тисячі гривень на паливі та впровадження WMS-системи з комплексним ефектом 249,39 тисячі гривень від скорочення часу операцій та підвищення точності обліку. Розрахунок чистого дисконтованого доходу при ставці дисконтування 20 відсотків та горизонті планування 5 років показав NPV на рівні 27 225,2 тисячі гривень, а індекс прибутковості інвестицій досяг 13,10, що підтверджує надзвичайно високу економічну доцільність проекту.

Прогнозні розрахунки демонструють суттєве покращення ключових показників діяльності підприємства після впровадження заходів оптимізації. Обсяг переробки сировини зросте на 13 відсотків до 38 759 тонн, чистий дохід збільшиться до 41 245 тисяч гривень, а валовий прибуток зросте на 27,72 відсотка до 10 856 тисяч гривень завдяки нижчому темпу зростання собівартості порівняно з доходами. Складські витрати знизяться на 11,02 відсотка, транспортні витрати скоротяться на 10,50 відсотка, а загальна рентабельність діяльності підвищиться з 23,29 до 26,32 відсотків.

Продуктивність праці зросте на 13 відсотків до 2 422,44 тонн на особу, оборотність запасів прискориться до 28 днів, що вивільнить оборотний капітал, а коефіцієнт використання складської площі досягне 91 відсотка. Час комплектації замовлення скоротиться на 44,44 відсотка з 45 до 25 хвилин, точність інвентаризації підвищиться до 99,85 відсотків, а частка вчасно виконаних замовлень зросте до 98,5 відсотків.

На основі проведеного дослідження сформульовано наступні рекомендації для ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ». По-перше, розпочати впровадження проекту оптимізації з пріоритетних заходів: запровадження системи мотивації персоналу та оптимізації управління запасами, які не потребують значних інвестицій, але забезпечують швидкий економічний ефект. По-друге, створити проектний офіс під керівництвом заступника директора для координації всіх заходів модернізації та забезпечення дотримання термінів і бюджету проекту. По-третє, провести ретельний відбір постачальника WMS-системи з урахуванням не лише вартості, але й функціональності, терміну впровадження та якості технічної підтримки, надавши перевагу рішенню «1С: WMS Логістика» через його високу інтеграцію з існуючою обліковою системою. По-четверте, забезпечити якісне навчання персоналу роботі з новими технологіями та системами, приділивши особливу увагу роз'яснювальній роботі щодо переваг впроваджуваних змін для мінімізації опору інноваціям. По-п'яте, запровадити систему щотижневого моніторингу виконання проекту з аналізом відхилень від плану та своєчасним прийняттям коригувальних дій.

Реалізація запропонованого комплексу заходів оптимізації дозволить підприємству ТОВ «ЗАПОРІЖЖЯВТОРРЕСУРСИ» вийти на якісно новий рівень операційної ефективності, підвищити конкурентоспроможність на ринку переробки вторинної сировини та створити передумови для подальшого масштабування бізнесу. Впровадження сучасних інформаційних технологій, оптимізація бізнес-процесів та мотивація персоналу забезпечать синергетичний ефект, який значно перевищує суму ефектів від окремих

заходів. Таким чином, мета дослідження досягнута, а поставлені завдання виконані повністю. Результати роботи мають практичну цінність і можуть бути використані не лише на досліджуваному підприємстві, але й адаптовані для інших підприємств галузі переробки вторинної сировини аналогічного масштабу діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алькема В., Кириченко О., Філатов С. Логістичний консалтинг. Київ : Університет «КРОК», 2020. 238 с. URL: https://surl.li/qykoen (дата звернення: 15.11.2025).

2. Багорка М., Якубенко Ю. Напрями підвищення ефективності складської логістики. Сталий розвиток економіки. 2023. № 1 (46). С. 9–14. URL: https://surl.li/pyprue (дата звернення: 20.10.2025).

3. Балабанова Д., Андросова О. Сучасна концепція логістики в управлінні логістичними процесами на промислових підприємствах. Grail of Science. 2023. № 30. С. 74–75. URL: https://surl.lt/ifuosl (дата звернення: 18.11.2025).

4. Бондарчук М. Все, що потрібно знати про WMS. Genesis ID. 2023. URL: https://surl.li/rahkut (дата звернення: 22.09.2025).

5. Виробнича логістика : навч. посіб. / О. М. Сумець та ін. Київ : Університет «КРОК», 2019. 345 с. URL: https://surl.li/rluwjs (дата звернення: 10.10.2025).

6. Виробнича логістика : навч. посіб. / О. М. Сумець та ін. Київ : Університет «КРОК», 2019. 345 с. URL: https://surl.li/kmyhlf (дата звернення: 10.10.2025).

7. Виробнича логістика : навч. посіб. / О. М. Сумець та ін. Київ : Університет «КРОК», 2019. 345 с. URL: https://surl.li/aammaj (дата звернення: 10.10.2025).

8. Виробнича логістика : навч. посіб. / О. М. Сумець та ін. Київ : Університет «КРОК», 2019. 345 с. URL: https://surl.li/lggref (дата звернення: 10.10.2025).

9. Гончарова О. М. Логістична система підприємства. Луцьк : ЛНТУ, 2021. 156 с. URL: https://surl.li/eaflme (дата звернення: 05.11.2025).

10. Гребенюк С. М. Інтернет речей у логістичних системах. Луцьк : ЛНТУ, 2022. 98 с. URL: https://surl.lu/dtnarf (дата звернення: 12.10.2025).

11. Гульченко К. Інноваційні підходи до автоматизації логістичної системи. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. URL: https://surli.cc/emtmkb (дата звернення: 15.09.2025).

12. Даянкач А. Оцінка постачальників з погляду сталого розвитку – шість найважливіших питань. DQS Holding GmbH. 2022. URL: https://surl.lt/lksvub (дата звернення: 20.08.2025).

13. Контроль якості на підприємстві: види, методи та інструменти для підвищення ефективності. AuditBLOOM. 2023. URL: https://surl.li/vizvfg (дата звернення: 18.10.2025).

14. Крєтов Д. ТОВ «Запоріжжявторресурси». YouControl. 2025. URL: https://surl.li/fpizeo (дата звернення: 25.09.2025).

15. Крикавський Є. В., Похильченко О. А. Концептуальні орієнтири маркетингово–логістичного управління ланцюгами поставок : монографія. Львів : Львівська політехніка, 2016. 264 с. URL: https://surl.lt/coxxar (дата звернення: 30.10.2025).

16. Курдін Р. Показники ефективності роботи складу: 7 критеріїв для оцінки. ABM Cloud. 2023. URL: https://surl.li/hgcbsp (дата звернення: 14.11.2025).

17. Лемега Т. Управління бізнес–процесами в логістиці торговельних підприємств. Тернопіль : ТНЕУ, 2022. 198 с. URL: https://surl.li/wyeizi (дата звернення: 08.10.2025).

18. Лісовски К. Lean. Як впровадити? Worksection. 2017. URL: https://surl.li/dblwwa (дата звернення: 22.11.2025).

19. Lyudmila Logistic. Що таке складська логістика і на що слід звернути увагу при виборі складу. UBI Logistic. 2023. URL: https://surl.li/sefvel (дата звернення: 17.09.2025).

20. Маньковський С. І. Логістичне управління технологічними процесами підприємства. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. 176 с. URL: https://surl.li/xhytsc (дата звернення: 19.10.2025).

21. Маркетингові системи розподілу : навч. посіб. / Л. Безугла та ін. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. 234 с. URL: https://surl.li/pqnjcx (дата звернення: 11.11.2025).

22. Осипенко Д. Складська логістика: сучасні підходи. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. URL: https://surl.li/sjbwef (дата звернення: 28.10.2025).

23. Основні функції і характеристики складської системи. Stud. URL: https://surl.li/maasgh (дата звернення: 21.11.2025).

24. Пешук Л., Кожемяка О., Супруненко К. Організація, планування та управління виробництвом на підприємствах. Дніпро : ДНУ ім. Олеся Гончара, 2022. URL: https://surli.cc/pwmjfc (дата звернення: 16.09.2025).

25. Підвищення ефективності логістичних процесів шляхом автоматизації управління логістичним підприємством в умовах цифрової трансформації / А. В. Колісніченко та ін. Харків : ХНЕУ, 2021. 189 с. URL: https://surl.li/exynse (дата звернення: 13.10.2025).

26. Подзюбан В. Підвищення ефективності логістичної діяльності ТОВ «ЕВЕРФОРТ». Запоріжжя : ЗНУ, 2022. URL: https://surli.cc/ahnpym (дата звернення: 09.11.2025).

27. Подзюбан В. С. Логістичний менеджмент. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. URL: https://surl.li/gktelp (дата звернення: 21.10.2025).

28. Про затвердження вимог до облаштування та функціонування систем відеоспостереження на об'єктах підприємств, яким надано авторизації на експлуатацію митного складу та складу тимчасового зберігання, дозволи на експлуатацію магазину безмитної торгівлі та вільної митної зони комерційного або сервісного типу : Постанова Кабінету Міністрів України від 15.07.2025 № 856. URL: https://surl.li/dzxnjp (дата звернення: 20.11.2025).

29. Ріта. RFID технологія для автоматизації обліку. roapp.com.ua. 2023. URL: https://surl.li/jarvaz (дата звернення: 24.09.2025).

30. Саєнко М. Внутрішній економічний механізм підприємства. Полтава : ПолтНТУ, 2020. URL: https://surl.lt/xetlab (дата звернення: 07.10.2025).

31. Сердюк К. Управління дистрибуцією агропромислової продукції підприємством оптової торгівлі. Київ : ДТЕУ, 2021. URL: https://surl.li/rnncdk (дата звернення: 18.11.2025).

32. Складська логістика – що це, принципи управління і організація логістики складу. Skladovka.UA. 2025. URL: https://surl.lu/kzlfcd (дата звернення: 26.10.2025).

33. Складська логістика – що це, принципи управління і організація логістики складу. Skladovka.UA. 2025. URL: https://surl.li/cdolwc (дата звернення: 26.10.2025).

34. Тарасенко С. Логістика : навч. посіб. Київ : КНУ, 2019. 312 с. URL: https://surl.li/uvhttp (дата звернення: 14.09.2025).

35. Тема 7. Облік запасів. Луцьк : ЛНТУ, 2021. URL: https://surl.li/xclrne (дата звернення: 29.10.2025).

36. Цикін Д. Управління комунікаційною діяльністю підприємства на основі впровадження сучасних інформаційних технологій. Запоріжжя : ЗНУ, 2022. URL: https://surl.li/rwrrjh (дата звернення: 12.11.2025).

37. Череп А. В. Інтеграція освіти, науки і бізнесу. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. URL: https://surl.li/wohbvo (дата звернення: 19.09.2025).

38. Економічна ефективність та види витрат у логістиці. StudFiles. 2022. URL: https://surl.lu/iiwxdl (дата звернення: 23.10.2025).

39. Види та планування транспортних маршрутів. StudFiles. 2022. URL: https://surl.li/fdxhqk (дата звернення: 15.10.2025).

40. Технічний та організаційний розвиток підприємства. BukLib.net. 2021. URL: https://surl.li/ciruvv (дата звернення: 08.11.2025).

41. Автоматизація сортувальних процесів, або як комплектувати замовлення у кілька разів швидше? Агенція новин Фіртка. 2023. URL: https://surl.li/hlbosk (дата звернення: 27.09.2025).