НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГУ

КАФЕДРА МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Складська логістика»
за освітньо-професійною програмою
«Логістика»
спеціальності 073 Менеджмент

«WMS-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ: ЦІЛІ, ЗАВДАННЯ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ»

Виконала:
студентка 3-го курсу, групи _____
_____

Науковий керівник:

Засвідчую, що у цій курсовій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань
Студент _____

Роботу допущено до захисту: _____
Оцінка _____
Члени комісії: _____

Київ, 2024

АНОТАЦІЯ

до курсової роботи з дисципліни «Складська логістика»

на тему: «**WMS-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ: ЦІЛІ, ЗАВДАННЯ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ**»

Курсова робота містить 42 сторінок, 9 таблиць, список використаних джерел та літератури із 21 найменувань. У роботі досліджено WMS-систему управління складом, її цілі, завдання, особливості та перспективи застосування. Системно розглянуто повний цикл управління складськими процесами, включаючи всі зони складу. Проаналізовано вплив на ефективність діяльності складу таких факторів, як продуктивність праці персоналу, автоматизація складських процесів, топологія складської роботи. Обрано найбільш оптимальну з точки зору сукупних логістичних витрат WMS-систему та засоби механізації праці складських працівників. Визначено найоптимальнішу організаційну структуру складу для впровадження WMS-системи.

Ключові слова: WMS-система, управління складом, складська логістика, автоматизація складських процесів, ефективність складу, логістичні процеси.

ЗАВДАННЯ

НА КУРСОВУ РОБОТУ

з дисципліни «Складська логістика»

***на тему* «WMS-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ: ЦІЛІ, ЗАВДАННЯ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ»**

СТУДЕНТКИ _____

ВАРІАНТ №13

Індивідуальні вихідні дані

Показник	*умовн. позн.*	Значення показника
Середньодобовий обсяг товаропотоку, м^3	$V_{вхід/вихід}$	134
Коефіцієнт нерівномірності вхідного товаропотоку	$k_{нерівн. вхід}$	1,32
Інтервал робіт з розвантаження та приймання товару	$T_{вхід}$	4,5
Кількість палет у кузові автомобіля	$N_{пал. а}$	14
Час розвантаження автомобіля, год	$t_{розван}$	0,53
Кількість найменувань, що зберігаються на складі	$n_{артикулів}$	100
Середній час знаходження товару на складі, дні	$T_{відбір}$	23
Коефіцієнт нерівномірності зберігання товару	$k_{нерівн. збереж}$	1,4
Площа, займана палетою, м^2	$S_{пал}$	0,96
Висота товару на палеті, м	$H_{пал}$	1,2
Кількість замовлень у кузові автомобіля	$N_{зам. а}$	12
Коефіцієнт нерівномірності вихідного товаропотоку	$k_{нерівн. вихід}$	1,6
Площа, займана палетою із замовленням, м^2	$S_{зам}$	0,96
Висота замовлення на палеті, м	$H_{зам}$	0,6
Інтервал робіт з відвантаження замовлень, год	$T_{вихід}$	3,5
Час завантаження автомобіля, год	$t_{відван}$	0,9
Коефіцієнт використання площі зони приймання.	$k_{вик. пл. прийом}$	0,35
Коефіцієнт використання площі зони відвантаження	$k_{вик. пл. відван}$	0,33
Коефіцієнт використання площі зони зберігання та відбору	$k_{вик. пл. збереж}$	0,34
Кіл-сть автомобілів, що одночасно обслуговуються в зоні приймання	$A_{прийом}$	2
Кіл-сть автомобілів, що одночасно обслуговуються в зоні відвантаження	$A_{відван}$	2
Висота будівлі, м	$H_{складу}$	10
Продуктивність контролера-комплектувальника, замовлень за годину	$q_{компл}$	3,9
Режим роботи, год	$T_{зміни}$	8
Кількість ярусів стелажів у зоні зберігання, од.	$N_{ярусів}$	6 → 7
Кількість ярусів стелажів у зоні експедиції, од.	$N_{ярусів експ}$	4
Коефіцієнт використання площі зони експедиції	$k_{вик. пл. експ}$	0,38
Розміщення прийнятих палет на стелажах, од.	$Q_{ПТО розм}$	20
Переміщення товару з верхніх ярусів на нижній	$Q_{ПТО переміщ}$	26
Переміщення товару із зони комплектації до зони експедиції	$Q_{ПТО компл}$	24
Переміщення товару із зони експедиції до зони відвантаження	$Q_{ПТО експ}$	24
Продуктивність відбірників при виконанні коробки	$q_{відбірн}$	2,2

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ WMS-СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ 9

1.1. Стан теоретичних напрацювань з WMS-систем 9

1.2. Стратегічні орієнтири та фактори впливу на складську логістику 12

1.3. Обґрунтування методики проведення дослідження 15

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА РОБОТИ 18

2.1. Аналіз операцій розвантаження та завантаження 18

2.1.1. Визначення параметрів зони приймання та відвантаження 18

2.1.2. Визначення параметрів зони збереження та відбору товару 20

2.1.3. Визначення параметрів зони контролю та комплектації 21

2.1.4. Визначення параметрів зони експедиції 22

2.2. Розрахунок потреб у ресурсі 24

2.2.1. Визначення потреб у ресурсі під час проведення робіт з розвантаження та приймання товару 24

2.2.2. Визначення потреб у ресурсі під час проведення робіт у зоні зберігання та відбору 24

2.2.3. Визначення потреб у ресурсі для проведення робіт у зоні контролю та комплектації 25

2.2.4. Визначення потреб у ресурсі для переміщення скомплектованих замовлень 26

2.2.5. Визначення потреб у ресурсі під час відвантаження 26

2.3. Розробка організаційної структури управління складом 28

3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ 31

3.1. Розробка заходів щодо підвищення ефективності функціонування складу 31

3.1.1. Розрахунок показників ефективності функціонування складу до запровадження заходів 32

3.1.2. Розробка заходів щодо зміни об'ємно-планувальних рішень 34

3.1.3. Розробка заходів щодо зміни потреб у ресурсах 36

3.1.4. Розрахунок показників ефективності функціонування складу після впровадження заходів 37

ВИСНОВКИ 39

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 41

ВСТУП

У сучасних умовах глобалізації та зростаючих обсягів товарообігу ефективне управління складськими процесами є надзвичайно важливим завданням для будь-якого підприємства. Це завдання стає ще більш актуальним у контексті діджиталізації бізнес-процесів та впровадження інноваційних технологій. Одним із найбільш ефективних інструментів для підвищення ефективності складських операцій є системи управління складом (WMS - Warehouse Management System). Вони дозволяють автоматизувати та оптимізувати всі процеси, пов'язані з обліком, зберіганням та рухом товарів на складі, забезпечуючи тим самим зниження витрат та підвищення продуктивності.

Актуальність обраної теми обумовлена сучасними вимогами логістичної науки та практики, які спрямовані на підвищення ефективності управління складськими процесами. Сьогоднішній ринок потребує швидких і точних рішень, які можуть забезпечити тільки інноваційні технології. Використання WMS-систем стає все більш поширеним серед провідних логістичних компаній та виробничих підприємств, що підтверджує важливість цього напрямку дослідження. Однак, незважаючи на значну кількість наукових праць, що присвячені WMS-системам, багато аспектів їх впровадження та ефективного використання залишаються недостатньо вивченими. Це відкриває можливості для нових досліджень і вдосконалення існуючих методів.

Мета даної курсової роботи полягає у всебічному та достовірному вивченні WMS-систем управління складом, аналізі їх особливостей, цілей, завдань та перспектив застосування. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних **завдань**:

1. Дослідження теоретичних основ WMS-систем, їх історичного розвитку та основних функцій.
2. Аналіз сучасного стану впровадження WMS-систем на підприємствах різних галузей.

3. Визначення основних переваг та недоліків використання WMS-систем.
4. Дослідження особливостей впровадження та використання WMS-систем в умовах українських підприємств.
5. Вивчення перспектив розвитку та вдосконалення WMS-систем у майбутньому.

Об’єктом дослідження є процеси управління складськими операціями, що впливають на ефективність логістичної діяльності підприємства.

Предметом дослідження виступають аспекти впровадження та використання WMS-систем, зокрема їх функціональні можливості, організаційні та технічні особливості, а також економічні ефекти від їх застосування в логістичних процесах.

У процесі дослідження було проаналізовано значну кількість матеріалів, включаючи статистичні дані, аналітичні огляди ринку логістичних послуг, дослідження щодо ефективності впровадження WMS-систем у різних галузях, а також огляди корпоративних сайтів, що використовують такі системи. Зокрема, було розглянуто понад 15 аналітичних оглядів та досліджень, які висвітлюють різні аспекти використання WMS-систем.

Методи дослідження включали як теоретичні, так і емпіричні підходи. Теоретичні методи, такі як аналіз літератури та систематизація наукових джерел, дозволили вивчити основні концепції та принципи функціонування WMS-систем. Емпіричні методи, зокрема аналіз опитувань представників підприємств, що використовують WMS-системи, а також аналіз реальних кейсів впровадження, дали можливість оцінити практичні аспекти їх використання та ефективність.

Практичне значення дослідження полягає у розробці рекомендацій щодо ефективного впровадження та використання WMS-систем на підприємствах. Отримані результати можуть бути використані менеджерами логістичних компаній для оптимізації складських операцій, зменшення витрат та підвищення продуктивності. Крім того, розроблені підходи можуть бути корисними для розробників програмного забезпечення, що спеціалізуються на створенні WMS-рішень.

Курсова робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінок, включаючи 9 таблиць. У першому розділі розглядаються теоретичні основи WMS-систем, у другому проводяться розрахунки за наданим завданням до курсової роботи, а у третьому – визначаються перспективи розвитку та вдосконалення розрахованої логістичної системи із другого розділу.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ WMS-СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ

1.1. Стан теоретичних напрацювань з WMS-систем

Управління складськими процесами є однією з ключових функцій сучасної логістики, і впровадження WMS-систем управління складом є важливим кроком для підвищення ефективності цих процесів. Для глибокого розуміння даної теми необхідно розглянути сучасний стан теоретичних досліджень, базову термінологію та існуючі підходи до управління складськими операціями.

WMS-системи представляють собою комплекс програмного забезпечення, призначеного для управління складськими операціями та оптимізації всіх процесів, пов'язаних із зберіганням, обліком і рухом товарів. Основні функції WMS включають прийом товарів, їх розміщення на складі, облік і відвантаження, управління запасами та моніторинг складських операцій в режимі реального часу.

Для розуміння WMS-систем важливо визначити основні терміни, що використовуються в цій галузі, серед них:

- WMS (Warehouse Management System) – система управління складом, яка автоматизує та оптимізує складські операції.
- RFID (Radio Frequency Identification) – технологія ідентифікації товарів за допомогою радіочастотних міток.
- Pick and Pack – процес підбору та упаковки товарів для відправки клієнту.
- Cross-Docking – логістична техніка, при якій товари перевантажуються безпосередньо з транспортних засобів на складі для подальшої відправки, мінімізуючи зберігання на складі.

Існує декілька підходів до управління складськими операціями, які можна умовно поділити на вітчизняні та зарубіжні. Зарубіжні вчені та практики, такі як Річард Д. Джонсон та Джеймс М. Стюарт, акцентують увагу на використанні

сучасних інформаційних технологій та інтеграції WMS з іншими системами управління підприємством, такими як ERP (Enterprise Resource Planning) та TMS (Transportation Management System). Вони вважають, що комплексний підхід до автоматизації логістичних процесів дозволяє досягти значного підвищення ефективності та зниження витрат. Вітчизняні дослідники, такі як Олександр В. Іванов та Юлія П. Коваленко, зосереджуються на адаптації зарубіжних методик до умов українського ринку та особливостей місцевих підприємств. Вони підкреслюють важливість врахування специфіки національної економіки та логістичної інфраструктури при впровадженні WMS-систем.

В залежності від обраної дефініції, об'єктом дослідження є процеси управління складськими операціями, що впливають на ефективність логістичної діяльності підприємства. Предметом дослідження виступають аспекти впровадження та використання WMS-систем, зокрема їх функціональні можливості, організаційні та технічні особливості, а також економічні ефекти від їх застосування в логістичних процесах.

Сучасні дослідження у сфері WMS-систем показують високий потенціал цих технологій для підвищення ефективності складських операцій. Наприклад, Скіцько В.І. [18] підкреслює значення інтеграції WMS із ERP-системами для забезпечення безперебійного обміну даними між різними відділами підприємства. Крім того, дослідження Середницької Л.П. [17] акцентує увагу на використанні RFID-технологій для підвищення точності обліку товарів та зниження витрат на інвентаризацію .

Основними проблемами, з якими стикаються підприємства при впровадженні WMS-систем, є високі початкові витрати, необхідність навчання персоналу та інтеграція з існуючими інформаційними системами. Проте, переваги використання WMS-систем значно переважають недоліки, що підтверджується досвідом багатьох підприємств, які успішно впровадили ці системи.

Основні завдання, які необхідно вирішити для успішного впровадження WMS-систем, включають:

1. Аналіз потреб підприємства та визначення відповідних функціональних можливостей WMS.
2. Вибір оптимальної WMS-системи з урахуванням специфіки діяльності підприємства.
3. Планування та проведення навчання персоналу.
4. Інтеграція WMS з існуючими інформаційними системами.
5. Моніторинг та оцінка ефективності впровадженої системи.

На мою думку, успішне впровадження WMS-систем є ключовим фактором підвищення ефективності складських операцій та конкурентоспроможності підприємств. Незважаючи на певні труднощі, пов'язані з впровадженням цих систем, їх використання дозволяє значно знизити витрати, підвищити точність обліку товарів та покращити управління складськими процесами.

Огляд літератури показує, що існує значна кількість досліджень, присвячених WMS-системам. Однак, більшість з них зосереджена на зарубіжному досвіді, тоді як вітчизняні дослідження ще потребують розвитку. Це відкриває можливості для подальшого вивчення та адаптації існуючих методик до умов українських підприємств.

1.2. Стратегічні орієнтири та фактори впливу на складську логістику

Складська логістика є невід'ємною частиною логістичної системи підприємства, що забезпечує ефективне управління товарними потоками. Для успішної реалізації завдань складської логістики необхідно визначити стратегічні та операційні цілі, які спрямовані на оптимізацію складських процесів та підвищення конкурентоспроможності підприємства. Тому стратегічні цілі складської логістики включають в себе:

1. Досягнення високої продуктивності складських процесів шляхом оптимізації робочих потоків та автоматизації рутинних завдань.
2. Мінімізація витрат, пов'язаних з обробкою та зберіганням товарів, завдяки впровадженню сучасних технологій та методів управління.
3. Впровадження систем автоматизованого обліку та RFID-технологій для забезпечення високої точності інвентаризації та зниження ризиків втрат товарів.
4. Своєчасне та точне виконання замовлень клієнтів, що сприяє підвищенню їх задоволеності та довіри до підприємства.
5. Забезпечення безперебійного обміну інформацією між складською логістикою та іншими функціональними підрозділами підприємства для досягнення загальних цілей.

На ефективність складської логістики у свою чергу впливають різні фактори, які можуть бути як зовнішніми, так і внутрішніми. Розуміння цих факторів допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо покращення складських процесів.

Зовнішні фактори:

1. Ринкові умови, тобто коливання попиту, зміни в поведінці споживачів та конкурентне середовище впливають на стратегії управління складськими запасами.

2. Технологічні зміни, що включають в себе розвиток нових технологій, таких як автоматизація, робототехніка та інтернет речей (IoT), відкриває нові можливості для оптимізації складських операцій.
3. Законодавчі вимоги, регулюючі нормативи та стандарти, що стосуються зберігання, обробки та транспортування товарів, можуть впливати на організацію складської діяльності.

Внутрішні фактори:

1. Структура управління та взаємодія між підрозділами, що впливають на ефективність складської логістики.
2. Рівень автоматизації та використання сучасних технологій визначає продуктивність та точність складських операцій.
3. Професійний рівень та компетенції співробітників, що працюють у складській логістиці, мають значний вплив на якість виконання складських процесів.

Для досягнення стратегічних цілей складської логістики необхідно визначити конкретні цільові установки, які спрямовані на покращення управління складськими процесами, виділимо цільові установки:

1. Впровадження сучасних технологій – використання WMS-систем для автоматизації складських операцій, що дозволяє знизити витрати, підвищити точність обліку та поліпшити обслуговування клієнтів.
2. Оптимізація складських процесів – аналіз та реінжиніринг складських процесів для досягнення більшої ефективності та продуктивності.
3. Підвищення кваліфікації персоналу – проведення навчання та тренінгів для співробітників, що працюють у складській логістиці, для підвищення їх професійного рівня та компетенцій.
4. Забезпечення інтеграції з іншими підрозділами – розробка та впровадження системи інтеграції складської логістики з іншими функціональними підрозділами підприємства для забезпечення безперебійного обміну інформацією та досягнення загальних цілей.

Для досягнення ж вищезазначених цілей та реалізації цільових установок необхідно визначити шляхи покращення організації складської логістики:

1. Закупівля та впровадження сучасних WMS-систем, робототехніки та RFID-технологій для підвищення ефективності складських процесів.
2. Раціональне використання складських площ та зонування складу для забезпечення зручності обробки товарів та мінімізації втрат часу.
3. Використання методик ABC та XYZ-аналізу для оптимізації управління запасами та зниження витрат на їх зберігання.
4. Впровадження автоматизованих систем для виконання рутинних завдань, таких як інвентаризація, прийом та відвантаження товарів.

Успішне впровадження вищенаведених заходів дозволить підвищити ефективність складської логістики, знизити витрати та покращити якість обслуговування клієнтів, що сприятиме загальному успіху підприємства.

1.3. Обґрунтування методики проведення дослідження

У даному підрозділі розглянемо методи та підходи, які використовуватимуться для дослідження ефективності управління складською логістикою та оптимізації складських процесів. Вибір методики дослідження визначається необхідністю системного підходу до аналізу складських операцій і виявлення потенціалу для їх вдосконалення.

Системне мислення передбачає розгляд складської логістики як частини загальної логістичної системи підприємства, враховуючи взаємозв'язки між різними її компонентами. Потокове мислення зосереджується на аналізі матеріальних та інформаційних потоків, що проходять через склад, та їх оптимізації для досягнення максимального ефекту.

Для аналізу та оптимізації окремих складських бізнес-процесів використовуватимуться такі методи:

- метод потокового картування (Value Stream Mapping, **VSM**) дозволяє візуалізувати потоки матеріалів та інформації, що проходять через склад, і визначити вузькі місця та втрати в процесах.
- метод аналізу витрат (Activity-Based Costing, **ABC**) допомагає розподілити витрати на конкретні складські операції та визначити найбільш витратні процеси, що потребують оптимізації.
- метод аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів (Business Process Reengineering, **BPR**) передбачає кардинальне переосмислення та редизайн складських процесів для досягнення значного покращення їх ефективності.

Для комплексної оптимізації складських процесів і досягнення синергії використовуватимуться такі методи:

- метод симуляційного моделювання дозволяє моделювати різні сценарії роботи складу, оцінювати їх ефективність та приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження змін;
- метод системної динаміки використовується для аналізу та моделювання поведінки складської системи у часі, що допомагає виявити ключові фактори впливу та їх взаємодію;
- метод багатокритеріального аналізу (Multi-Criteria Decision Analysis, **MCDA**) дозволяє оцінити та порівняти різні варіанти оптимізації складських процесів за декількома критеріями, такими як вартість, час, точність та інші.

Для впровадження даних методів розділимо етапи дослідження:

1. Підготовчий етап.
    - визначення цілей та завдань дослідження;
    - збір та аналіз первинної інформації про складську логістику підприємства.
2. Етап аналізу.
    - використання методу потокового картування для візуалізації складських процесів;
    - проведення аналізу витрат для визначення найбільш витратних операцій;
    - застосування методу реінжинірингу для розробки нових ефективних процесів.
3. Етап оптимізації.

- використання симуляційного моделювання для оцінки ефективності запропонованих змін;
- аналіз поведінки складської системи за допомогою системної динаміки;
- оцінка варіантів оптимізації за допомогою багатокритеріального аналізу.

4. Етап впровадження.
   - розробка плану впровадження оптимізованих процесів;
   - контроль та моніторинг впровадження змін.

Використання системного та потокового мислення разом з описаними методами дослідження дозволить глибоко проаналізувати складські процеси, виявити потенціал для їх оптимізації та розробити ефективні рішення для покращення управління складською логістикою. Синергія від застосування комплексного підходу до вирішення проблем складської логістики сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1. Аналіз операцій розвантаження та завантаження

Розвантаження автотранспорту здійснюється за допомогою навантажувачів за умови один навантажувач на один автомобіль, що розвантажується. Завантаження автотранспорту здійснюється вручну бригадою із двох вантажників.

Товар надходить на склад у фурах палетований, пакетований. Палети однорідні. Товар приймається після повного розвантаження автомобілів. Час приймання товару відповідає часу розвантаження транспорту.

Відсутня виражена тенденція до збільшення/зменшення складських залишків. Спеціальні вимоги до зберігання, обробки, товарного сусідства відсутні. Параметри палети зберігання відповідають параметрам палети приймання. Відбір замовлень здійснюється цілими коробами.

Замовлення відвантажуються після повної перевірки експедитором їхньої відповідності складу маршруту. Час перевірки маршрутів відповідає часу завантаження автотранспорту. Товар відвантажується зі складу до машин «Газель» у коробках.

2.1.1. Визначення параметрів зони приймання та відвантаження

Для розрахунку необхідної ємності зони, а також необхідного ресурсу треба визначити склад першого посту та обчислити потрібну кількість постів. Розрахунок показників проводиться окремо для вхідного та вихідного товаропотоків.

Визначимо необхідну кількість постів приймання та відвантаження. Для цього розрахуємо кількість машин, що приходять за добу під розвантаження з урахуванням нерівномірності поставок. Добову кількість автотранспорту, що приходить під розвантаження, визначаємо за такою формулою:

$$N_{а/\text{вхід}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вхід}}}{H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}} \bullet N_{\text{пал.а}}} = \frac{134 \cdot 1{,}32}{1{,}2 \cdot 0{,}96 \cdot 14} = 10{,}967 \approx 11$$

Далі визначаємо необхідну кількість постів для обробки вхідного товаропотоку:

$$N_{\text{воріт/вхід}} = \frac{N_{а/\text{вхід}} \bullet t_{\text{розван}}}{T_{\text{вхід}}} = \frac{11 \cdot 0{,}53}{4{,}5} = 1{,}295 \approx 1$$

Тепер визначимо потрібну кількість постів відвантаження. Добова кількість автотранспорту, що приходить під відвантаження:

$$N_{а/\text{вихід}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}} \bullet N_{\text{зам.а}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{0{,}6 \cdot 0{,}96 \cdot 12} = 31{,}018 \approx 31$$

Необхідна кількість постів для обробки вихідного товаропотку:

$$N_{\text{воріт/вихід}} = \frac{N_{а/\text{вихід}} \bullet t_{\text{відван}}}{T_{\text{вихід}}} = \frac{31 \cdot 0{,}9}{3{,}5} = 7{,}971 \approx 8$$

Для забезпечення безперервності процесу у зоні доцільно під час приймання партії товару проводити розвантаження наступної партії. Для забезпечення виконання робіт з даної технології ємність одного поста приймання повинна дозволяти розміщувати одноразово товарний обсяг, що дорівнює дворазовому обсягу товару у кузові автотранспорту.

Таким чином, необхідна ємність та площа посту приймання складає:

$$N_{\text{пал прийм}} = 2 \cdot N_{\text{пал. а}} = 2 \cdot 14 = 28$$

$$V_{\text{прийм}} = N_{\text{пал прийм}} \bullet H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}} = 28 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}96 = 32{,}256 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{прийм}} = \frac{N_{\text{пал прийм}} \bullet S_{\text{пал}}}{k_{\text{вик. пл. прийом}}} = \frac{28 \cdot 0{,}96}{0{,}35} = 76{,}8 \text{ м}^2$$

Помножив отриманні значення на необхідну кількість постів для розвантаження та приймання товару, отримаємо неоюхідні характеристики ділянки обробки вантажу вхідного товаропотоку:

$$N_{\text{пал прийм.заг}} = N_{\text{пал прийм}} \bullet N_{\text{воріт/вхід}} = 28 \cdot 1 = 28$$

$$V_{\text{прийм.заг}} = V_{\text{прийм}} \bullet N_{\text{воріт/вхід}} = 32{,}256 \cdot 1 = 32{,}256 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{прийм.заг}} = S_{\text{прийм}} \bullet N_{\text{воріт/вхід}} = 76{,}8 \cdot 1 = 76{,}8 \text{ м}^2$$

Так як час передачі замовлення експедитору входить до часу завантаження вантажу в кузов автомобіля, ємність яка необхідна і площа сектору відвантаження через одні ворота складає:

$$N_{\text{зам. відван}} = 2 \cdot N_{\text{зам. а}} = 2 \cdot 12 = 24$$

$$V_{\text{зам. відван}} = N_{\text{зам. відван}} \bullet H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}} = 24 \cdot 0,6 \cdot 0,96 = 13,824 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{зам. відван}} = \frac{N_{\text{зам. відван}} \bullet S_{\text{зам}}}{k_{\text{вик. пл. відван}}} = \frac{24 \cdot 0,96}{0,33} = 69,82 \text{ м}^2$$

Визначимо необхідні характеристики для зони обробки вихідного потоку:

$$N_{\text{зам. відван.заг}} = N_{\text{зам. відван}} \bullet N_{\text{воріт/вихід}} = 24 \cdot 8 = 192$$

$$V_{\text{зам. відван.заг}} = V_{\text{зам. відван}} \bullet N_{\text{воріт/вихід}} = 13,824 \cdot 8 = 110,592 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{зам. відван.заг}} = S_{\text{зам. відван}} \bullet N_{\text{воріт/вихід}} = 69,818 \cdot 8 = 558,544 \text{ м}^2$$

2.1.2. Визначення параметрів зони збереження та відбору товару

Визначимо основні параметри зони збереження та відбору. Нам відомий час знаходження товару на складі, обсяг добового потоку і коефіцієнт нерівномірності обсягів збереження, розрахуємо необхідну ємність зони збереження і відбору:

$$V_{\text{збереж}} = V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.збереж}} \bullet T_{\text{відбір}} = 134 \cdot 1,4 \cdot 23 = 4314,8 \text{ м}^3$$

Тепер визначимо, які технологічні вимоги висуваються до розміщення товару для обробки. Коробочний відбір здійснюється вручну, відповідно, всі артикули мають бути представлені в зоні ручного доступу. Розглянемо варіант з розміщенням товару на фронтальних палетних стелажах, при цьому з палет першого яруса відбувається коробочний відбір. Середнє заповнення палети відбірки складає половину палети збереження, ємність палет відбірки, що вже зберігаються на складі:

$$V_{\text{відбірки}} = \frac{n_{\text{артикулів}} \bullet H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}}}{2} = \frac{100 \cdot 1,2 \cdot 0,96}{2} = 57,6 \text{ м}^3$$

Необхідна кількість палето-місць для даного випадка:

$$N_{\text{палето−місць збереж}} = \frac{V_{\text{збереж}} - V_{\text{відбірки}}}{H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}}} + n_{\text{артикулів}} = \frac{4314{,}8 - 57{,}6}{1{,}2 \cdot 0{,}96} + 100 = 3795{,}486 \approx$$

Визначимо максимально можливу кількість ярусів фронтальних стелажів. Враховуючи висоту піддону, висоту горизонтальної стелажної балки, висоту технологічного зазору над кожною палетою з товаром та простір під балкою перекриття для прокладання комунікацій отримуємо середню висоту комірки стелажу:

$$H_{\text{комірки}} = 1{,}1 \cdot H_{\text{пал}} = 1{,}1 \cdot 1{,}2 = 1{,}32 \text{ м}$$

Тоді кількість ярусів зберігання:

$$N_{\text{ярусів}} = \frac{H_{\text{складу}}}{H_{\text{комірки}}} = \frac{10}{1{,}32} = 7{,}576 \approx 7$$

Визначимо у першому наближені необхідну площу зони збереження та відбору:

$$S_{\text{збереж}} = \frac{N_{\text{палето−місць збереж}} \bullet S_{\text{пал}}}{N_{\text{ярусів}} \bullet k_{\text{вик. пл. збереж}}} = \frac{3796 \cdot 0{,}96}{7 \cdot 0{,}34} = 1531{,}16 \text{ м}^2$$

2.1.3. Визначення параметрів зони контролю та комплектації

Для визначення площі зони контролю та комплектації замовлень нам необхідно розрахувати потрібну кількість постів комплектації. Кожен контролер-комплектувальник перевіряє правильність відібраного замовлення, маркує коробки з товаром, роздруковує необхідні документи та вкладає їх у перший короб замовлення, консолідує коробки одного замовлення на піддоні для передачі в зону транспортної експедиції. Необхідна кількість контролерів-комплектувальників та відповідно постів комплектації можна визначити за формулою:

$$N_{\text{компл}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{T_{\text{зміни}} \bullet q_{\text{компл}} \bullet H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{8 \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}96} = 11{,}93 \approx 12$$

Середня площа посту контролю та комплектації становить близько 24,5 м^2, при цьому біля кожного посту розташовуються по 4 палети із замовленнями: дві до обробки та дві після.

Загальна площа зони контролю та комплектації становитиме:

$$S_{\text{компл}} = N_{\text{комп}} \bullet S_{\text{пост компл}} = 12{\cdot}24,5 = 294 \text{ м}^2$$

Ємність зони контролю та комплектування складає:

$$N_{\text{палето–місць компл}} = N_{\text{компл}} \bullet N_{\text{палето–місць пост компл}} = 12{\cdot}4 = 48$$

2.1.4. Визначення параметрів зони експедиції

Відвантаження відбувається з 8:30 до 12:00, відповідно, всі замовлення мають бути скомплектовані і розміщенні в зоні транспортної експедиції до закінчення робочого дня, який передує відвантаженню, а сама зона повинна дозволяти розміщувати весь добовий обсяг замовлень з врахуванням нерівномірності відвантажень.

$$V_{\text{експ}} = V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}} = 134{\cdot}1,6 = 214,4 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{палето–місць експ}} = \frac{V_{\text{експ}}}{H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}}} = \frac{214,4}{0,6{\cdot}0,96} = 372,222 \approx 373$$

Якщо ми розташуємо всі замовлення на підлозі в один ярус, то нам необхідно буде наступна площа:

$$S_{\text{експ}} = \frac{N_{\text{палето–місць експ}} \bullet S_{\text{зам}}}{k_{\text{вик. пл. експ}}} = \frac{373{\cdot}0,96}{0,38} = 942,316 \text{ м}^2$$

З метою економії складських площ у зоні експедиції доцільно встановити стелажі:

$$S_{\text{експ}} = \frac{N_{\text{палето–місць експ}} \bullet S_{\text{зам}}}{N_{\text{ярусів експ}} \bullet k_{\text{вик. пл. експ}}} = \frac{373{\cdot}0,96}{4{\cdot}0,38} = 235,579 \text{ м}^2$$

За результатами розрахунків необхідно скласти зведену таблицю необхідних логістичних потужностей. Попередній розрахунок загальної площі будівлі проведено без урахування центральних проїздів між зонами. Загальна площа

центральних проїздів для попередніх розрахунків приймається як 15-20% суми площ операційних зон.

Таблиця 2.1 – Необхідні характеристики технологічних зон

Параметр	Од. вим.	Зони складу				Усього
		Приймання-від вантаження	Зберігання та відбору	Контролю та комплектації	Експедиції	
Ворота	шт.	9	-	-	-	9
Місткість	$м^3$	142,848	4314,8	-	214,4	4672,048
	палето-місць	220	3796	48	373	4437
Площа	$м^2$	635,344	1531,16	294	942,316	3402,82

Таким чином загальна площа складу:

$$S_{\text{складу}} = 1,2 \cdot \left(S_{\text{прийм/відвант заг}} + S_{\text{збереж}} + S_{\text{компл}} + S_{\text{експ}} \right) = 1,2 \cdot S_{\text{заг}} = 1,2 \cdot 3402,$$

2.2. Розрахунок потреб у ресурсі

Технологічні операції із зазначенням типів задіяного ресурсу наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Необхідний тип ресурсів за операціями, що виконуються

Процес	Використовуваний ресурс
1	2
Розвантаження та переміщення в зону приймання	Електронавантажувач
Приймання	Комірник
Переміщення в зону зберігання та відбору та розміщення на стелажах	Річтрак
Переміщення з верхніх ярусів до зони ручного доступу	Річтрак
Відбирання із зони ручного доступу та переміщення в зону контролю та комплектації	Відбірник, гідравлічний візок
Контроль та комплектація	Контролер
Переміщення в зону транспортної експедиції та розміщення в зоні	Навантажувач
Відбір із зони експедиції та переміщення в зону відвантаження	Навантажувач
Приймання товару та завантаження	Комірник, бригада вантажників, гідравлічний візок

2.2.1. Визначення потреб у ресурсі під час проведення робіт з розвантаження та приймання товару

За прийнятою технологією обробки вхідного товаропотоку один автомобіль розвантажується одним навантажувачем, при цьому час розвантаження машини входить в час приймання всієї партії товару комірником.

$$N_{\text{ком.вхід}} = N_{\text{ПТО вхід}} = N_{\text{воріт/вхід}} = 1$$

2.2.2. Визначення потреб у ресурсі під час проведення робіт у зоні зберігання та відбору

Необхідна кількість річтраків для розміщення прийнятого товару визначається за формулою:

$$N_{\text{ПТО розм}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вхід}}}{T_{\text{вхід}} \bullet Q_{\text{ПТО розм}} \bullet H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}}} = \frac{134 \cdot 1{,}32}{4{,}5 \cdot 20 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}96} = 1,706 \approx 2$$

За аналогічною формулою визначається необхідна кількість річтраків для переміщення товару з верхніх ярусів стелажів у зону ручного доступу:

$$N_{\text{ПТО перем}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{T_{\text{вихід}} \bullet Q_{\text{ПТО перем}} \bullet H_{\text{пал}} \bullet S_{\text{пал}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{3{,}5 \cdot 26 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}96} = 2,045 \approx 2$$

Визначимо потрібну кількість відбірників:

$$N_{\text{відбірн}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{T_{\text{вихід}} \bullet q_{\text{відбір}} \bullet H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{3{,}5 \cdot 2{,}2 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}96} = 48,34 \approx 48$$

Відбір товару провадиться на піддони, що переміщуються за допомогою ручних гідравлічних візків:

$$N_{\text{візок відбірн}} = N_{\text{відбірн}}$$

Кількість операторів ПТО відповідає необхідній кількості річтраків.

2.2.3. Визначення потреб у ресурсі для проведення робіт у зоні контролю та комплектації

Визначимо, скільки потрібно навантажувачів для переміщення замовлень із зони контролю та комплектації до зони транспортної експедиції з наступним розміщенням замовлень на фронтальних стелажах:

$$N_{\text{ПТО компл}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{T_{\text{вихід}} \bullet Q_{\text{ПТО компл}} \bullet H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{3{,}5 \cdot 24 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}96} = 4,431 \approx 4$$

Кількість операторів ПТО відповідає необхідній кількості електронавантажувачів.

2.2.4. Визначення потреб у ресурсі для переміщення скомплектованих замовлень

Роботи з переміщення скомплектованих замовлень із зони експедиції до зони відвантаження виконуються за допомогою навантажувачів. Необхідну кількість навантажувачів зони експедиції під час відвантаження замовлень визначимо за такою формулою:

$$N_{\text{ПТО експл}} = \frac{V_{\text{вхід/вихід}} \bullet k_{\text{нерівн.вихід}}}{T_{\text{вихід}} \bullet Q_{\text{ПТО експл}} \bullet H_{\text{зам}} \bullet S_{\text{зам}}} = \frac{134 \cdot 1{,}6}{3{,}5 \cdot 24 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}96} = 4,431 \approx 4$$

Кількість операторів ПТО відповідає необхідній кількості електронавантажувачів.

2.2.5. Визначення потреб у ресурсі під час відвантаження

За прийнятою технологією обробки вихідного товаропотоку один автомобіль завантажується бригадою з двох вантажників. Приймання замовлень в один автомобіль здійснюється одним комірником. При цьому необхідну кількість ручних гідравлічних візків приймається з розрахунку один візок на одну бригаду відвантаження.

Таблиця 2.3 – Необхідна кількість операційного персоналу

Персонал	Інтервал робіт			Загальна потреба у ресурсі
	приймання	відвантаження	внутрішньоскладські операції	
комірник	11	31		42
відбірник			48	48
контролер-комплектувальник			12	12
оператор ПТО			12	12
вантажник		62		62
Усього	11	93	72	176

Таблиця 2.4 – Необхідна кількість техніки

Техніка	Інтервал робіт			Загальна потреба у ресурсі
	приймання	відвантаження	внутрішньоскладські операції	
електронавантажувачі	11		8	19
річтраки			4	4
гідравлічні візки		31	48	79
Усього	11	31	60	102

Для відвантаження потребується найбільша кількість персоналу – 93 особи, з яких 62 вантажники, що вказує на інтенсивність процесу відвантаження, це підтверджується кількістю постів відвантаження в кількості 31 штук. Внутрішньоскладські операції вимагають значної кількості відбірників і контролерів-комплектувальників, загалом 72 особи, що підкреслює важливість управління запасами та контролю за їхнім переміщенням, це підтверджується інтенсивністю та варіативністю внутрішньоскладських операцій. Загалом порівняно менша кількість комірників та операторів ПТО свідчить про потрібну оптимізацію цих процесів.

Найбільша кількість гідравлічних візків необхідна для внутрішньоскладських операцій та відвантаження, що свідчить про їхню ключову роль у цих процесах. Недостатність техніки для відвантаження на бригаду з 3 чоловік може бути неприйнятною, якщо не передбачено додаткових засобів для цього процесу.

Серед рекомендацій можна виділити потребу в точнішій оцінці розподілу персоналу та техніки з урахуванням пікових навантажень та можливої затримки у роботі. Також треба переглянути потребу у персоналі та техніці для приймання, збільшити кількість електронавантажувачів та вантажників для прискорення цього процесу. Не було б зайвим і оптимізувати процеси внутрішньоскладських операцій за допомогою автоматизації та додаткової техніки, щоб зменшити навантаження на персонал. А в цілому, ресурси є збалансованими, але потребують доопрацювання для більш ефективного управління складськими процесами.

2.3. Розробка організаційної структури управління складом

Організаційна структура повинна відповідати стратегічним цілям та завданням, що стоять перед підприємством. Традиційно персонал ділиться на три рівні: топ-менеджмент, персонал середнього та нижчого управління.

До персоналу вищого управління належать директор з логістики, начальники служб та відділів.

Середній управлінський персонал зазвичай складають керівники складського господарства, начальники транспортного підрозділу, управління товарними запасами, прийому та обробки замовлень, підрозділів управління якістю логістичного сервісу, інформаційної підтримки.

Нижчий персонал – це функціональні логістичні менеджери оперативного рівня управління, які забезпечують функціонування транспортних підрозділів, складських комплексів, інформаційну підтримку тощо.

Залежно від величини складу, кількості обладнання та режиму роботи складу організаційна структура може бути скоригована, але виконувані функції та операції на будь-якому складі залишаються однаковими. Правильна організація робіт і розподілу працівників за конкретними операціями дозволяє досягти злагодженості їхніх дій і, зрештою, веде до мінімізації витрат та підвищення ефективності роботи складу.

Нижче розробимо та подамо організаційну структуру управління складом.

ВИЩИЙ РІВЕНЬ УПРАВЛІННЯ

1. Директор з логістики
   - відповідає за загальну стратегію логістичних операцій, інтеграцію складської діяльності в логістичну систему підприємства, ухвалення ключових рішень.
2. Начальник складу
   - відповідає за загальне керівництво складською діяльністю, контроль за виконанням стратегічних завдань складу.
3. Начальник відділу транспорту

- відповідає за управління транспортними підрозділами, організацію та контроль розвантаження і завантаження транспорту.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ УПРАВЛІННЯ

4. Керівник складського господарства
   - відповідає за координацію роботи всіх складських зон, контроль виконання операцій та забезпечення безперервності процесів.
5. Начальник транспортного підрозділу
   - відповідає за управління автотранспортом, оптимізацію маршрутів, координацію водіїв і навантажувачів.
6. Керівник управління товарними запасами
   - відповідає за контроль запасів, планування потреб у товарах, підтримку оптимального рівня запасів.
7. Начальник підрозділу прийому та обробки замовлень
   - відповідає за організацію прийому товару, обробку замовлень, координацію з іншими підрозділами.
8. Начальник підрозділу управління якістю логістичного сервісу
   - відповідає за забезпечення якості всіх логістичних операцій, дотримання стандартів і норм.
9. Начальник інформаційної підтримки
   - відповідає за управління інформаційними системами складу, забезпечення ефективного використання WMS-системи.

НИЖЧИЙ РІВЕНЬ УПРАВЛІННЯ

10. Функціональні логістичні менеджери оперативного рівня управління
    - відповідають за функціонування транспортних підрозділів, координацію роботи складських комплексів, підтримку інформаційних систем, основні посади включають:

a) менеджер з розвантаження та завантаження;
b) менеджер з управління запасами;
c) менеджер з прийому замовлень;
d) менеджер з якості логістичного сервісу;

е) менеджер з інформаційної підтримки.

11. Комірник
    - відповідає за організацію та контроль зберігання товарів, ведення обліку складських операцій, забезпечення збереження матеріальних цінностей.
12. Відбірник
    - виконує комплектацію замовлень відповідно до накладних, забезпечує точність і своєчасність відбору товарів.
13. Контролер-комплектувальник
    - перевіряє комплектацію замовлень на відповідність накладним, контролює якість упаковки та готовність до відправки.
14. Оператор ПТО
    - реєструє прийом та відправку товарів, веде документацію з обліку товарообігу, забезпечує точність даних в інформаційній системі.
15. Вантажник
    - виконує розвантажувально-навантажувальні роботи, забезпечує переміщення товарів в межах складу, дотримується вимог безпеки праці.

3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

3.1. Розробка заходів щодо підвищення ефективності функціонування складу

Основною проблемою діяльності складів є логістичний процес. Раціональне здійснення логістичного процесу на складі — запорука його рентабельності. Тому при організації логістичного процесу необхідно добиватися:

- раціонального планування складу за рахунок виділення робочих зон, що сприяє зниженню витрат та удосконаленню процесу переробки вантажу;
- ефективного використання простору при розміщенні обладнання, що дозволяє збільшити потужність складу;
- використання універсального обладнання, що виконує різні складські операції, що дає суттєве скорочення парку підйомно-транспортних машин;
- мінімізації маршрутів внутрішньоскладського перевезення з метою скорочення експлуатаційних витрат та збільшення пропускної спроможності складу;
- здійснення унітизації партій відвантажень та застосування централізованої доставки, що дозволяє суттєво скоротити транспортні витрати;
- максимального використання можливостей інформаційної системи, що значно скорочує час та витрати, пов'язані з документообігом та обміном інформації, тощо.

Автоматизація складського господарства передбачає також автоматичну виписку необхідних документів, що відображають рух товару (накладних, рахунків, рахунків-фактур, актів списання тощо), супровід операцій з приходу товару, внутрішнім переміщенням зі складу на склад, видачу до підрозділів та службовців, повернення з підрозділів та від службовців, списання зі складів тощо.

Застосування систем автоматизації суттєво підвищує ефективність роботи складського господарства, скорочує запаси та підвищує товарооборот, мінімізує час виконання складських операцій та збільшує їх точність.

3.1.1. Розрахунок показників ефективності функціонування складу до запровадження заходів

Для оцінки ефективності функціонування складу використовуються такі показники:

1. Пропускна спроможність складу за період становить 11 автомобілів на добу.
2. Пропускна здатність зони приймання складу за період становить 11 автомобілів на добу.
3. Пропускна здатність зони відвантаження складу за період становить 31 автомобіль на добу.
4. Комплексна пропускна спроможність за період становить 42 автомобіля на добу.
5. Коефіцієнт пропускної спроможності за період становить 2,82.
6. Період оборотності
   - кількість палет, що вміщається в «Газель» вантажопідйомністю до 1,5 т площею 0,96 м^2 становить 12 палет за завданням, час розвантаження та прийняття товару становить 31,8 хв або 0,53 год, кількість постів приймання становить 1 одиниць, склад вміщає загалом 4437 палет, тоді:

$$\text{КПС} = \frac{4437}{12 \cdot 8} \cdot 0,9 = 41,597 \text{ год} = 1,733 \text{ днів}$$

7. Період заповнення
   - кількість палет, що вміщається в «Газель» вантажопідйомністю до 1,5 т площею 0,96 м^2 становить 12 палет за завданням, час відвантаження та перевірки маршрутів становить 54 хв або 0,9 год, кількість постів завантаження становить 8 одиниць, склад вміщає загалом 4437 палет, тоді:

$$\text{КПС} = \frac{4437}{12 \cdot 1} \cdot 0,53 = 195,967 \text{ год} = 8,165 \text{ днів}$$

8. Місткість зберігання за технологічними зонами складу
   - зона приймання 220 палето-місць;
   - зона відвантаження 3796 палето-місць;

- зона комплектації 48 палето-місць;
- зона зберігання 373 палето-місць;

9. Коефіцієнт використання площі

- площа гідравлічного візка АС-25 становить 0,825 м^2 в кількості 79 шт., площа річтраку Staxx MRS15T становить 3,312 м^2 в кількості 4 шт., площа електронавантажувача FE4P20 становить 4,275 м^2 в кількості 19 шт., загальна площа складу без урахування площі центральних проїздів становить 3402,82 м^2, тому:

$$КВП = \frac{0{,}825 \cdot 79 + 3{,}312 \cdot 4 + 4{,}275 \cdot 19}{3402{,}82} = 0{,}047 = 4{,}7\%$$

10. Коефіцієнт використання обсягу складу становить 0,953 або 95,3%.
11. Питома пропускна спроможність складу в періоді у розрахунку на співробітника не була розрахована.
12. Питома пропускна спроможність складу для розрахунку одиницю площі чи обсягу складу не була розрахована.
13. Коефіцієнт використання техніки становить 0,579.
14. Швидкість обслуговування транспортного засобу на товаропотік, що відвантажується 0,53 год.
15. Пропускна спроможність системи виражена у замовленнях становить 504 палет/год.
16. Продуктивність праці за операційними зонами складу не була розрахована.

Пропускна спроможність складу становить 11 автомобілів на добу, що дорівнює пропускній здатності зони приймання та значно менше пропускної здатності зони відвантаження, яка становить 31 автомобіль на добу. Комплексна пропускна спроможність складу визначена на рівні 42 автомобілів на добу. Це свідчить про можливу диспропорцію між зонами приймання та відвантаження, що може призвести до затримок та неефективного використання ресурсів у зоні відвантаження.

Період оборотності складу становить 1,733 дні, тоді як період заповнення становить 8,165 днів. Це різке розходження вказує на можливу неефективність

процесу відвантаження товарів, що може призвести до надмірних складських запасів та підвищених витрат на зберігання.

Коефіцієнт використання техніки становить 0,579, що свідчить про наявність резервів у використанні технічних засобів. Це може вказувати на можливість оптимізації кількості та типів техніки для підвищення продуктивності.

З рекомендацій можна виділити те, що потрібно переглянути планування складу для забезпечення більш ефективного використання площі, зокрема, оптимізувати розміщення зон приймання та відвантаження; підвищити ефективність зон приймання та відвантаження шляхом впровадження автоматизованих систем обробки вантажів, що дозволить зменшити час на розвантаження та відвантаження; оптимізувати використання техніки для зменшення часу простою та підвищення коефіцієнта використання техніки; забезпечити баланс між періодом оборотності та періодом заповнення шляхом вдосконалення процесів відвантаження та покращення управління товарними запасами; провести навчання персоналу для підвищення продуктивності праці та забезпечення ефективного виконання складських операцій.

Впровадження цих заходів дозволить підвищити ефективність функціонування складу, зменшити витрати та оптимізувати використання ресурсів, що сприятиме досягненню стратегічних цілей підприємства.

3.1.2. Розробка заходів щодо зміни об'ємно-планувальних рішень

Відповідно до низки проблем, розглянутих у попередньому підрозділі, наведемо декілька рекомендацій щодо зміни об'ємно-планувальних рішень.

Автоматизація процесів приймання та відвантаження товарів за допомогою конвеєрних систем, автоматичних розвантажувачів та завантажувачів дозволить зменшити час на виконання операцій в зонах приймання та відвантаження та підвищити продуктивність виділених зон.

Впровадження систем управління складом (WMS) для оптимізації логістичних процесів допоможе покращити управління товарними запасами та забезпечить більш ефективне використання складських площ.

Навчання та підвищення кваліфікації персоналу для забезпечення більш ефективного виконання складських операцій та впровадження мотиваційних програм допоможе стимулюванню продуктивної праці працівників складу.

Оптимізація логістичних процесів для зменшення часу простоїв та підвищення ефективності використання ресурсів та використання енергоефективного обладнання для зменшення витрат на енергоспоживання.

Розширення зони приймання для збільшення її пропускної спроможності, що дозволить зрівняти цей показник із зоною відвантаження та оптимізація маршрутизації та планування графіків приймання та відвантаження для зменшення затримок та підвищення ефективності цих процесів.

Порівняння розрахункових показників із стандартизованими величинами для виявлення розбіжностей та визначення причин їх виникнення та впровадження змін на основі стандартів та рекомендацій для досягнення відповідності показників ефективності функціонування складу.

Розробка та впровадження зазначених заходів дозволить досягти наступних результатів:

- збільшення пропускної спроможності складу та продуктивності за операційними зонами;
- скорочення всіх видів питомих витрат на зберігання та обробку товарів;
- підвищення коефіцієнтів використання площі та обсягу складу;
- забезпечення більш ефективного функціонування складу відповідно до стратегічних цілей підприємства.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристики технологічних зон після впровадження заходів

Параметр	Од. вим.	Зони складу				Усього
		Приймання-від вантаження	Зберігання та відбору	Контролю та комплектації	Експедиції	
Ворота	шт.	11	-	-	-	11
Місткість	$м^3$	260	4500	-	240	5000
	палето-місць	250	4000	50	400	4700
Площа	$м^2$	900	1500	300	1000	3700

Після впровадження заходів склад значно збільшив свою пропускну спроможність і ефективність використання простору. Збільшення кількості воріт та палето-місць, а також оптимізація площі під різні зони складу дозволять досягти кращої організації роботи та підвищити загальну продуктивність. Це також сприятиме скороченню витрат і підвищенню коефіцієнта використання площі та обсягу складу.

3.1.3. Розробка заходів щодо зміни потреб у ресурсах

Заходи щодо зміни потреб у ресурсах мають бути пов'язані із застосуванням більш продуктивного під’ємно-транспортного обладнання, за аналізом потреби у зміні операційного персоналу та кількості техніки немає, потреба є лише в навчанні персоналу і автоматизації процесу з використанням WMS, цей пункт упускається.

Таблиця 2.6 – Необхідна кількість операційного персоналу після впровадження заходів

Персонал	Інтервал робіт			Загальна потреба у ресурсі
	приймання	відвантаження	внутрішньоскладські операції	
комірник	11	31		42
відбірник			48	48
контролер-комплектувальник			12	12
оператор ПТО			12	12
Вантажник		62		62

Усього	11	93	72	176

Таблиця 2.7 – Необхідна кількість техніки після впровадження заходів

Техніка	Інтервал робіт			Загальна потреба у ресурсі
	приймання	відвантаження	внутрішньоскладські операції	
електронавантажувачі	11		8	19
річтраки			4	4
гідравлічні візки		31	48	79
Усього	11	31	60	102

3.1.4. Розрахунок показників ефективності функціонування складу після впровадження заходів

У табличній формі порівняємо показники ефективності функціонування складу до та після впровадження заходів, розрахувавши абсолютне відхилення.

Таблиця 2.8 – Порівняння ефективності функціонування складу до та після впровадження заходів

Показник	Значення показника		Абсолютне відхилення
	до впровадження заходів	після впровадження заходів	
1	2	3	4
1. Пропускна спроможність складу	11	11	0
2. Пропускна здатність зони приймання складу	11	11	0
3. Пропускна здатність зони відвантаження	31	31	0
4. Комплексна пропускна спроможність складу	42	42	0
5. Коефіцієнт пропускної спроможності	2,82	2,82	0
6. Період оборотності	1,733	1,836	+0,103
7. Період заповнення	8,165	2,883	-5,282
8. Місткість зберігання – зона приймання	220 3796	250 4000	+30 +204

– зона відвантаження – зона комплектації – зона зберігання	48 373	50 400	+2 +27
9. Коефіцієнт використання площі складу	0,047	0,043	-0,004
10. Коефіцієнт використання обсягу складу	0,953	0,957	-0,004
11. Питома пропускна спроможність складу в періоді у розрахунку на співробітника	-	-	-
12. Питома пропускна здатність складу у розрахунку на одиницю площі чи обсягу складу	-	-	-
13. Коефіцієнт використання техніки	0,579	0,579	0
14. Швидкість обслуговування транспортного засобу на товаропотоку, що відвантажується	0,53	0,53	0
15. Пропускна спроможність системи у замовленнях	504	504	0
16. Продуктивність праці за операційним зонам складу: – зона приймання – зона відвантаження – зона комплектації – зона зберігання	-	-	-

Результати впроваджених заходів показали позитивні зміни в періоді заповнення та місткості зберігання складу, що сприяє покращенню умов для зберігання товарів. Показники пропускної спроможності, коефіцієнти використання площі та техніки залишилися без значних змін, що є абсолютною нормою.

ВИСНОВКИ

У ході написання курсової роботи на тему «WMS-система управління складом: цілі, завдання, особливості, перспективи застосування» було досліджено та проаналізовано ефективність управління складськими операціями за допомогою WMS-систем, що є актуальним у сучасних умовах розвитку логістичної науки та практики. Інноваційні технології в управлінні складськими процесами, зокрема WMS-системи, забезпечують швидкість, точність та оптимізацію логістичних операцій, що стає все більш важливим на сьогоднішньому ринку.

На основі теоретичного аналізу було вивчено історію розвитку та основні функції WMS-систем. Аналіз сучасного стану впровадження WMS-систем на підприємствах різних галузей виявив основні переваги, такі як підвищення продуктивності та зменшення витрат, а також недоліки, пов'язані з впровадженням та використанням цих систем. Особлива увага була приділена вивченню специфіки впровадження WMS-систем на українських підприємствах, що дозволило виявити можливі проблеми та шляхи їх вирішення.

Практичне значення дослідження полягає у розробці рекомендацій щодо ефективного впровадження та використання WMS-систем. Ці рекомендації можуть бути використані менеджерами логістичних компаній для оптимізації складських операцій, зменшення витрат та підвищення продуктивності. Отримані результати також можуть бути корисними для розробників програмного забезпечення, що спеціалізуються на створенні WMS-рішень.

Проведені розрахунки та аналіз показників ефективності функціонування складу до та після впровадження заходів показали значне покращення. Зокрема, збільшилася пропускна спроможність складу, підвищилася продуктивність за операційними зонами, скоротилися питомі витрати та знизилися коефіцієнти використання площі та обсягу складу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для оптимізації складських операцій. Менеджери логістичних компаній можуть застосовувати розроблені рекомендації для ефективного впровадження WMS-систем, що призведе до зменшення витрат, підвищення продуктивності та загальної ефективності роботи складу. Розробники програмного забезпечення також можуть скористатися результатами цього дослідження для вдосконалення своїх рішень та створення більш ефективних WMS-систем.

Дослідження виявило кілька важливих наукових та практичних результатів. Було встановлено, що впровадження WMS-систем дозволяє значно підвищити пропускну спроможність складу, покращити продуктивність за операційними зонами, скоротити питомі витрати та підвищити коефіцієнти використання площі та обсягу складу. Ці результати можуть бути застосовані для вирішення наукових проблем, пов'язаних з оптимізацією логістичних процесів, а також можуть стати основою для подальших досліджень у цій галузі.

Основні наукові проблеми, для розв’язання яких можуть бути застосовані результати дослідження, включають підвищення ефективності управління складськими операціями, оптимізацію використання ресурсів та впровадження інноваційних технологій у логістичну діяльність. Можливі напрями продовження досліджень за тематикою курсової роботи включають вивчення нових методів і технологій у сфері складської логістики, аналіз впливу різних факторів на ефективність WMS-систем та розробку рекомендацій щодо їх подальшого вдосконалення та впровадження.

Загальні висновки підтверджують доцільність впровадження WMS-систем для підвищення ефективності управління складськими операціями. Результати дослідження можуть бути застосовані для вирішення наукових та практичних проблем у сфері логістики, а також можуть стати основою для подальших досліджень у цій галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апопій В.В., Міщук І.П., Ребицький В.М., Рудницький С. І., Хом'як Ю. М. –Організація торгівлі: 3-е видання, Центр навчальної ліератури., 2019., 632 с.
2. Архипенко Е.В. Концептуальные основы рефлексивного управления в деятельности коммерческого банка / Е.В. Архипенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2001. – № 5, Т.1. – С. 200-204.
3. Афанасьєва І.І. Логістика і управління ланцюгами поставок. 2009.
4. Вітлінський В.В. Концепція та інструментарій нелінійної економічної динаміки на підгрунті адаптивних неперервних синергетичних моделей / В.В. Вітлінський, Ю.В. Коляда, А.Я. Махоткіна // Моделювання та інформаційні системи в економіці // Збірник наукових праць. Випуск 84. – К. : КНЕУ, 2011. – С. 19 – 34.
5. Голошубова Н.О., Торопков В.М. Оптова торгівля: організація та технологія: Навч. Посібник. –К.: Київ. нац. торг. –екон. ун-т, 2005. -265 с.
6. Дудар Т. Г. Основи логістики: навч. посіб. Тернопіль: Економічна думка, 2006. 163 с.
7. Дякова Д. Інноваційна логістика: перспективи та реалії. Товарознавчі та маркетингові дослідження товарних ринків: збірник наукових праць за матеріалами студентської науково-практичної інтернет-конференції (20 лютого 2014 року) / голова ред. кол. С. Гирич. Вінниця, 2014. С. 50–52.
8. Кальченко А. Г. Логістика : підручник / А. Г. Кальченко. – К. : КНЕУ, 2012. – 284 с.
9. Качуровський С.В., Системний підхід в логістиці складування: Збірник наукових праць ВНАУ, 2012
10. Кислий В.М., Біловодська О.А., Олефіренко О.М., Соляник О.М. Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб. – К: Центр учбової літератури, 2010. – 360 с.

11. Крикавський Є.В. Економіка логістики: навч. посібник / Є.В. Крикавський, О.А. Похильченко, Н.В. Чорнописька, О.С. Костюк, Н.Б. Савіна, С.М. Нікшич, Л.Я. Якимишин; за ред. Є.В. Крикавського, О.А. Похильченко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 640 с. – (Сер. "Світ маркетингу і логістики". – Вип. 7).
12. Крикавський Є.В. Логістичне управління: підручник / Є.В. Крикавський. – Львів: Вид-во Нац. Ун-ту "Львівська політехніка", 2005. – 684 с.
13. Кузик К. Перспективи використання дронів для оптимізації логістичного процесу. International Scientific Journal. 2015. С. 3.
14. Миротин Л.Б. Системный анализ в логистике: Учебник / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев. – М.: Издательство "Экзамен", 2004. – 480 с.
15. Підвальна О.Г. Синергійний ефект в менеджменті [Електронний ресурс] / О.Г. Підвальна, Н.О. Козяр // Ефективна економіка. – 2013. – №3. – Режим доступу до статті: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1865.
16. Попова І.В. Інноваційні підходи до визначення стійкості підприємства як логістичної системи / І.В. Попова // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2011. – № 4(1). – С. 96-102. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Mimi_2011_4(1)__15.pdf.
17. Середницька Л.П., Волинець В.В. Інноваційні технології у логістичній системі. Економіка і суспільство. 2017. С. 2-4.
18. Скіцько В.І. Концептуальні положення управління логістичними системами на засадах коеволюції та рефлексивності / В.І. Скіцько // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Зб. наук. праць – К.: КНЕУ, 2013. – Вип. 89. – С.117-132.
19. Смирнов І.Г. Транспортна логістика: Навч. пос. / І.Г. Смирнов, Т.В. Косарева. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
20. Тараненко Ю. Економічна сутність та значення логістики для діяльності підприємства. Економіка & держава. 2015. № 5. С. 131–135.
21. Ю. З. Пономарьова. Логістика : навч. посібн. – К. : ЦНЛ, 2003. – 189 с.