

ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ЕКОНОМІКИ, ПРАВА ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

Циклова комісія транспорту та інформаційних технологій

Підвищення ефективності транспортно-складської системи
підприємства

спеціальність: 275 Транспортні технології (за видами)

освітньо-професійна програма: Транспортні технології

кваліфікаційна робота

за освітнім ступенем «фаховий молодший бакалавр»

Виконав студент групи ТТТ-41

Литвин М.М. _____

(підпис)

Науковий керівник:

(підпис)

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту

«__» _____ 20__ р.

Голова циклової комісії _____ П.І.Б.

(підпис)

Тернопіль - 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ СИСТЕМ	6
1.1. Сучасні концепції управління транспортно-складськими комплексами	6
1.2. Особливості організації складської логістики в поштових компаніях	9
1.3. Інноваційні технології в управлінні складськими процесами	15
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ "НОВА ПОШТА" У ЛЬВОВІ	28
2.1. Характеристика існуючої транспортно-складської інфраструктури	28
2.2. Аналіз вантажопотоків та завантаженості складських приміщень	32
2.3. Оцінка ефективності використання складських площ	39
2.4. Виявлення «вузьких місць» в роботі системи	46
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ	59
3.1. Впровадження автоматизованої системи управління складом (WMS)	59
3.2. Оптимізація розміщення товарів на складі	65
3.3. Удосконалення системи обробки відправлень	70
3.4. Економічна оцінка запропонованих рішень	78
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92
ДОДАТКИ	95

ВСТУП

Транспортно-складська система є однією з ключових складових логістичної інфраструктури сучасного підприємства, що безпосередньо впливає на ефективність його діяльності. В умовах глобалізації ринків, загострення конкуренції та зростання вимог споживачів до швидкості й якості обслуговування особливої актуальності набуває питання оптимізації транспортно-складських процесів. Ефективно організована транспортно-складська система забезпечує безперебійність матеріальних потоків, скорочення логістичних витрат та підвищення рівня обслуговування клієнтів.

Компанія "Нова Пошта" є одним з лідерів на ринку логістичних послуг України, що демонструє високі темпи розвитку та впровадження інноваційних технологій. У Львові, як одному з найбільших економічних центрів західного регіону країни, компанія має розгалужену мережу відділень та потужну транспортно-складську інфраструктуру. Проте стрімке зростання обсягів відправлень, розширення асортименту послуг та сезонні коливання навантаження створюють значні виклики для ефективного функціонування транспортно-складської системи підприємства.

За даними Української логістичної асоціації, компанії, що впроваджують сучасні логістичні технології, здатні скоротити транспортно-складські витрати на 15-20% та підвищити швидкість обробки замовлень на 25-30%. Водночас, згідно зі статистикою, саме неефективна організація транспортно-складських процесів є причиною близько 40% затримок у доставці та 35% помилок при комплектації замовлень. Це підтверджує необхідність постійного вдосконалення існуючих підходів до організації транспортно-складської системи підприємства.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю пошуку шляхів підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові в умовах зростаючих обсягів вантажопотоків, посилення конкуренції на ринку логістичних послуг та підвищення вимог клієнтів до якості обслуговування. Оптимізація використання складських приміщень,

впровадження автоматизованих систем управління та вдосконалення процесів обробки відправлень дозволять значно підвищити продуктивність роботи, скоротити операційні витрати та покращити рівень обслуговування клієнтів.

Метою дипломної роботи є розробка комплексу заходів з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові шляхом впровадження інноваційних технологій та оптимізації ключових процесів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасні концепції управління транспортно-складськими комплексами та особливості їх застосування в поштових компаніях.
2. Дослідити існуючу транспортно-складську інфраструктуру "Нової Пошти" у Львові та провести аналіз її функціонування.
3. Оцінити ефективність використання складських приміщень та виявити "вузькі місця" в роботі системи.
4. Розробити пропозиції щодо впровадження автоматизованої системи управління складом (WMS) та оптимізації розміщення товарів.
5. Удосконалити систему обробки відправлень для підвищення продуктивності роботи.
6. Здійснити економічну оцінку запропонованих рішень та визначити їх ефективність.

Об'єктом дослідження є транспортно-складська система компанії "Нова Пошта" у Львові.

Предметом дослідження є методи та інструменти підвищення ефективності транспортно-складської системи логістичного підприємства.

У процесі дослідження використовувались наступні методи: системний аналіз – для комплексного дослідження транспортно-складської системи підприємства; статистичний аналіз – для обробки даних про вантажопотоки та завантаженість складських приміщень; математичне моделювання – для оптимізації розміщення товарів на складі; техніко-економічний аналіз – для оцінки ефективності запропонованих рішень; графічний метод – для наочного представлення результатів дослідження.

Практична значимість результатів дослідження полягає в розробці конкретних пропозицій щодо підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові, впровадження яких дозволить:

- підвищити пропускну здатність складських приміщень на 20-25%;
- скоротити час обробки відправлень на 15-18%;
- зменшити кількість помилок при комплектації замовлень на 30-35%;
- оптимізувати використання складських площ на 15-20%;
- скоротити операційні витрати на 10-12%.

Запропоновані рішення та результати дослідження можуть бути використані не тільки в діяльності "Нової Пошти" у Львові, але й в інших логістичних компаніях, що мають подібну транспортно-складську інфраструктуру та стикаються з аналогічними проблемами.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ СИСТЕМ

1.1. Сучасні концепції управління транспортно-складськими комплексами

Транспортно-складські комплекси є невід'ємною складовою логістичної інфраструктури сучасних підприємств, які забезпечують ефективний рух матеріальних потоків. В умовах глобалізації економіки та зростання конкуренції на ринку логістичних послуг особливої актуальності набуває впровадження сучасних концепцій управління транспортно-складськими комплексами.

Як зазначає Крикавський Є.В., "транспортно-складський комплекс – це сукупність технічних засобів, об'єктів та процесів, що забезпечують приймання, розміщення, зберігання, підготовку до виробничого споживання та відправлення споживачам матеріальних ресурсів" [10]. При цьому ефективність функціонування транспортно-складського комплексу значною мірою визначає конкурентоспроможність підприємства в цілому.

У сучасній логістиці виділяють кілька ключових концепцій управління транспортно-складськими комплексами, які активно впроваджуються провідними компаніями світу.

1. Концепція інтегрованої логістики (Integrated Logistics)

Дана концепція передбачає об'єднання всіх логістичних функцій (транспортування, складування, управління запасами тощо) в єдину систему з метою мінімізації загальних логістичних витрат та підвищення рівня обслуговування клієнтів. Згідно з дослідженнями Окландера М.А., впровадження концепції інтегрованої логістики дозволяє знизити загальні логістичні витрати на 15-20% [17].

2. Концепція ощадливого виробництва (Lean Production)

Концепція ощадливого виробництва, що була започаткована компанією Toyota, знайшла широке застосування у сфері управління транспортно-складськими комплексами. Вона базується на усуненні всіх видів втрат та

оптимізації бізнес-процесів. Як зазначає Сумець О.М., впровадження принципів ощадливого виробництва у складській логістиці дозволяє скоротити час виконання операцій на 20-50% та підвищити продуктивність праці на 15-30% [25].

3. Концепція швидкого реагування (Quick Response)

Концепція швидкого реагування спрямована на скорочення часу виконання замовлення за рахунок оптимізації всіх процесів у ланцюзі поставок. Вона передбачає автоматизацію процесів обробки замовлень, використання сучасних інформаційних технологій та ефективну організацію складського господарства. За даними досліджень Пономарьової Ю.В., впровадження даної концепції дозволяє скоротити час виконання замовлення на 25-30% [21].

4. Концепція безперервного поповнення запасів (Continuous Replenishment)

Дана концепція передбачає постійне поповнення запасів у відповідності до фактичного споживання. Вона базується на принципі "точно в термін" та вимагає тісної співпраці між постачальниками та споживачами. Як зазначає Біловодська О.А., впровадження концепції безперервного поповнення запасів дозволяє знизити рівень запасів на 30-50% та скоротити витрати на зберігання на 20-40% [12].

5. Концепція управління ланцюгами поставок (Supply Chain Management)

Концепція управління ланцюгами поставок розглядає транспортно-складський комплекс як елемент інтегрованої системи управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками від постачальника до кінцевого споживача. Згідно з дослідженнями Чухрай Н.І. та Гірної О.Б., впровадження даної концепції дозволяє знизити загальні витрати у ланцюзі поставок на 10-15% та підвищити рівень обслуговування клієнтів на 15-20% [28].

Порівняльна характеристика основних концепцій управління транспортно-складськими комплексами представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика основних концепцій управління транспортно-складськими комплексами

Концепція	Основний фокус	Ключові інструменти	Основні переваги
Інтегрована логістика	Об'єднання логістичних функцій	Інформаційні системи, крос-функціональна взаємодія	Зниження загальних логістичних витрат, підвищення рівня обслуговування
Ощадливе виробництво	Усунення втрат	5S, Канбан, стандартизація процесів	Скорочення часу виконання операцій, підвищення продуктивності
Швидке реагування	Скорочення часу виконання замовлення	Автоматизація процесів, електронний обмін даними	Пришвидшення процесів, підвищення гнучкості
Безперервне поповнення запасів	Оптимізація рівня запасів	Прогнозування попиту, VMI	Зниження рівня запасів, скорочення витрат на зберігання
Управління ланцюгами поставок	Інтеграція всіх учасників ланцюга поставок	Спільне планування, стратегічні партнерства	Зниження загальних витрат, підвищення рівня обслуговування

Джерело: розроблено автором на основі [10, 17, 25]

Аналіз сучасних концепцій управління транспортно-складськими комплексами дозволяє зробити висновок, що їх впровадження забезпечує значне підвищення ефективності функціонування логістичної системи підприємства. При цьому вибір конкретної концепції залежить від специфіки діяльності підприємства, його розміру, асортименту продукції та інших факторів.

В контексті управління транспортно-складськими комплексами важливе значення має також впровадження сучасних технологій та систем управління. Згідно з дослідженнями Кучерук Г.Ю. та Тарасюк А.В., найбільш перспективними напрямками розвитку є автоматизація складських процесів, впровадження систем управління складом (WMS) та технологій радіочастотної ідентифікації (RFID) [11].

За даними компанії Armstrong & Associates, світовий ринок логістичного аутсорсингу у 2023 році досяг 1,1 трлн доларів США, при цьому частка складської логістики становила близько 40%. Це свідчить про зростаючу роль транспортно-складських комплексів у сучасній економіці та необхідність

впровадження передових концепцій управління для забезпечення конкурентоспроможності підприємств.

Світовий досвід впровадження сучасних концепцій управління

Аналіз світового досвіду показує, що провідні компанії активно впроваджують сучасні концепції управління транспортно-складськими комплексами. Наприклад, компанія Amazon застосовує концепцію швидкого реагування та автоматизацію складських процесів, що дозволяє їй забезпечувати доставку товарів протягом 1-2 днів. Компанія Walmart використовує концепцію безперервного поповнення запасів, що забезпечує високу доступність товарів на полицях магазинів при мінімальних запасах.

Важливо зазначити, що ефективне управління транспортно-складськими комплексами вимагає комплексного підходу, який поєднує різні концепції та інструменти. Як зазначає Біліченко В.В., "оптимальний підхід до управління транспортно-складським комплексом повинен базуватися на інтеграції логістичних функцій, автоматизації процесів та впровадженні сучасних інформаційних технологій" [2].

1.2. Особливості організації складської логістики в поштових компаніях

Складська логістика в поштових компаніях має ряд специфічних особливостей, що зумовлені характером їх діяльності та структурою вантажопотоків. На відміну від традиційних складів, де основним є довготривале зберігання товарів, в поштових компаніях склади виконують переважно функцію сортування та перевалки відправлень.

Як зазначає Шандрівська О.Є., "складська система поштової компанії – це складна організаційно-технічна система, що включає сортувальні центри, регіональні склади, відділення та пункти видачі, об'єднані єдиним технологічним процесом обробки відправлень" [29]. При цьому ефективність функціонування даної системи безпосередньо впливає на якість обслуговування клієнтів та конкурентоспроможність компанії в цілому.

Аналіз особливостей організації складської логістики в поштових компаніях дозволив виділити кілька ключових аспектів, що визначають специфіку їх функціонування:

1. Висока інтенсивність та нерівномірність вантажопотоків

Поштові компанії характеризуються високою інтенсивністю та значною нерівномірністю вантажопотоків. За даними досліджень Якимишин Л.Я., коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків у поштових компаніях може досягати 1,5-2,0, що суттєво ускладнює планування ресурсів та організацію складських процесів [30]. При цьому спостерігається як сезонна нерівномірність (збільшення кількості відправлень у передсвяткові періоди), так і нерівномірність протягом тижня та доби.

2. Різноманітність відправлень за габаритами та вагою

Поштові компанії працюють з широким спектром відправлень – від дрібних листів до габаритних вантажів, що вимагає відповідної організації складських приміщень та використання різноманітного обладнання. Згідно з дослідженнями Марчука В.Є. та Гармаша О.М., різноманітність відправлень за габаритами та вагою є одним з ключових факторів, що ускладнюють автоматизацію складських процесів у поштових компаніях [13].

3. Жорсткі часові обмеження на обробку відправлень

На відміну від традиційних складів, де товари можуть зберігатися протягом тривалого часу, в поштових компаніях встановлюються жорсткі часові нормативи на обробку відправлень. Як зазначає Посилкіна О.В., "недотримання встановлених часових нормативів може призвести до порушення графіків доставки та зниження якості обслуговування клієнтів" [22]. Тому оптимізація складських процесів та мінімізація часу обробки відправлень є одним з пріоритетних завдань поштових компаній.

4. Необхідність ідентифікації та відстеження відправлень

Сучасні поштові компанії повинні забезпечувати можливість ідентифікації та відстеження кожного відправлення на всіх етапах його обробки. Це вимагає впровадження відповідних інформаційних систем та технологій автоматичної

ідентифікації. Згідно з дослідженнями Антощишиної Н.І., "впровадження систем ідентифікації та відстеження відправлень дозволяє значно підвищити якість обслуговування клієнтів та оптимізувати складські процеси" [1].

5. Висока значущість правильної маршрутизації відправлень

У поштових компаніях критично важливою є правильна маршрутизація відправлень, що безпосередньо впливає на час та вартість доставки. Як зазначає Смирнов І.Г., "неправильна маршрутизація відправлень може призвести до збільшення транспортних витрат на 15-20% та порушення строків доставки" [24]. Тому складські системи поштових компаній повинні забезпечувати точне сортування відправлень за напрямками.

6. Необхідність адаптації до змін у структурі вантажопотоків

Розвиток електронної комерції призводить до суттєвих змін у структурі вантажопотоків поштових компаній – збільшується частка дрібних відправлень від інтернет-магазинів при одночасному зменшенні частки традиційних поштових відправлень. Згідно з дослідженнями Мізюка Б.М. та Бойка Н.І., "адаптація до змін у структурі вантажопотоків вимагає відповідних змін в організації складської логістики поштових компаній" [15].

Аналіз структури вантажопотоків у поштових компаніях України за 2023 рік наведено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Структура вантажопотоків у поштових компаніях України, 2023 рік

Джерело: складено автором на основі [29]

Аналіз структури вантажопотоків показує, що найбільшу частку (42%) становлять відправлення від інтернет-магазинів, що підтверджує тенденцію до зростання ролі електронної комерції. При цьому спостерігається зменшення частки традиційних поштових відправлень (листи, документи), яка складає лише 15%.

Для ефективної організації складської логістики у поштових компаніях важливе значення має раціональна структура складської мережі. Як зазначає Ковальчук О.В., "оптимальна структура складської мережі поштової компанії повинна забезпечувати мінімізацію загальних логістичних витрат при забезпеченні необхідного рівня обслуговування клієнтів" [8].

Типова структура складської мережі поштової компанії включає:

1. Національний сортувальний центр – центральний складський об'єкт, що забезпечує консолідацію та сортування відправлень на національному рівні.
2. Регіональні сортувальні центри – об'єкти, що забезпечують сортування відправлень на рівні регіонів.
3. Локальні розподільчі центри – об'єкти, що забезпечують сортування та розподіл відправлень на місцевому рівні.
4. Відділення та пункти видачі – об'єкти, що забезпечують видачу відправлень кінцевим споживачам.

Важливою особливістю складської логістики у поштових компаніях є неперервність процесу обробки відправлень. На відміну від традиційних складів, де можливі перерви у роботі, поштові склади функціонують у цілодобовому режимі для забезпечення своєчасної обробки та відправлення вантажів.

Ключові показники ефективності складської логістики у поштових компаніях наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Ключові показники ефективності складської логістики у поштових компаніях

Показник	Опис	Нормативне значення
Продуктивність обробки відправлень	Кількість відправлень, оброблених за одиницю часу	200-300 відправлень на людино-годину
Час обробки відправлення	Середній час обробки одного відправлення	1-3 хвилини
Точність сортування	Відсоток правильно відсортованих відправлень	99,5-99,9%
Коефіцієнт використання складської площі	Відношення корисної площі до загальної	0,7-0,8
Своєчасність обробки відправлень	Відсоток відправлень, оброблених у встановлений термін	95-98%
Пропускна здатність	Максимальна кількість відправлень, що можуть бути оброблені за добу	Залежить від розміру центру

Джерело: складено автором на основі [13, 22, 29]

Аналіз ключових показників ефективності дозволяє оцінити рівень організації складської логістики у поштових компаніях та виявити напрями для вдосконалення.

Порівняльний аналіз систем організації складської логістики у провідних поштових компаніях

Аналіз досвіду провідних світових поштових компаній дозволяє виділити кілька основних підходів до організації складської логістики:

1. Автоматизована система сортування (DHL, FedEx)

Даний підхід базується на використанні автоматизованих сортувальних ліній, що забезпечують високу продуктивність та точність сортування відправлень. Як зазначає Трифонова О.В., "впровадження автоматизованих сортувальних систем дозволяє збільшити продуктивність обробки відправлень у 3-5 разів та підвищити точність сортування до 99,9%" [27].

2. Крос-докінг (Amazon, UPS)

Дана система передбачає мінімізацію часу зберігання відправлень на складі за рахунок їх безпосереднього перевантаження з вхідного транспорту на вихідний. Як зазначає Міжнародна торговельна логістика, "використання

технології крос-докінгу дозволяє скоротити час обробки відправлень на 30-40% та зменшити потребу у складських площах" [14].

3. Зонна система обробки відправлень (USPS, Royal Mail)

Даний підхід передбачає розподіл складського простору на зони відповідно до типів відправлень та напрямків доставки. Як зазначає Кальченко А.Г., "зонна система обробки відправлень дозволяє оптимізувати використання складського простору та підвищити ефективність сортування" [7].

Порівняльний аналіз різних систем організації складської логістики у поштових компаніях наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Порівняльний аналіз систем організації складської логістики у поштових компаніях

Система	Переваги	Недоліки	Сфера застосування
Автоматизована система сортування	Висока продуктивність, точність сортування, зменшення впливу людського фактора	Високі капітальні витрати, складність впровадження, обмежена гнучкість	Великі сортувальні центри з високим обсягом відправлень
Крос-докінг	Мінімізація часу обробки, скорочення потреби у складських площах, зменшення витрат на зберігання	Вимагає високого рівня координації, чутливість до збоїв у постачанні	Компанії з регулярними та передбачуваними вантажопотоками
Зонна система	Оптимізація використання складського простору, підвищення ефективності роботи персоналу	Складність координації між зонами, можливість нерівномірного завантаження зон	Середні та малі складські об'єкти

Джерело: складено автором на основі [7, 14, 27]

Вибір конкретної системи організації складської логістики залежить від багатьох факторів, включаючи обсяг та структуру вантажопотоків, розмір складських приміщень, технічне оснащення та фінансові можливості компанії.

Аналіз тенденцій розвитку складської логістики у поштових компаніях показує, що основними напрямками вдосконалення є:

1. Автоматизація процесів сортування та обробки відправлень.

2. Впровадження систем управління складом (WMS).
3. Використання технологій автоматичної ідентифікації (штрих-коди, RFID).
4. Оптимізація складських процесів на основі принципів ощадливого виробництва.
5. Інтеграція складської логістики з системами планування ресурсів підприємства (ERP).

Реалізація даних напрямків дозволить підвищити ефективність складської логістики у поштових компаніях та забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів при оптимальних витратах.

1.3. Інноваційні технології в управлінні складськими процесами

В умовах зростаючої конкуренції та підвищення вимог клієнтів до швидкості та якості обслуговування особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технологій в управлінні складськими процесами. Як зазначає Дибська В.В., "інноваційні технології є основою підвищення ефективності складської логістики та забезпечення конкурентоспроможності компаній на ринку логістичних послуг" [3].

Аналіз сучасних тенденцій розвитку складської логістики дозволяє виділити кілька ключових інноваційних технологій, що активно впроваджуються провідними компаніями:

1. Системи управління складом (WMS – Warehouse Management System)

Системи управління складом представляють собою програмні комплекси, що забезпечують автоматизацію та оптимізацію всіх складських процесів – від приймання товарів до їх відвантаження. Як зазначає Антощишина Н.І., "впровадження WMS дозволяє підвищити продуктивність роботи складу на 20-30%, знизити кількість помилок на 70-80% та оптимізувати використання складських площ на 15-25%" [1].

Основними функціями WMS є:

- Управління товарними запасами та їх розміщенням;
- Планування та контроль виконання складських операцій;
- Оптимізація маршрутів переміщення персоналу та техніки;
- Формування завдань для персоналу та контроль їх виконання;
- Облік та контроль ресурсів складу;
- Формування аналітичної звітності.

На ринку представлені різні типи WMS – від простих рішень для малих складів до комплексних систем для великих логістичних центрів. Найбільш відомими постачальниками WMS є Manhattan Associates, SAP, Oracle, 1C, Solvo та інші.

2. Технології автоматичної ідентифікації (Auto-ID)

Технології автоматичної ідентифікації забезпечують швидке та точне розпізнавання товарів та відправлень, що значно підвищує ефективність складських процесів. Найбільш поширеними технологіями є:

- Штрих-кодування – найбільш доступна та поширена технологія, що забезпечує швидку ідентифікацію товарів.
- RFID (Radio Frequency Identification) – технологія, що забезпечує безконтактну ідентифікацію об'єктів за допомогою радіочастотних міток. Як зазначає Кучерук Г.Ю., "впровадження RFID дозволяє збільшити швидкість обробки товарів у 3-5 разів порівняно зі штрих-кодуванням" [11].
- Системи розпізнавання образів – технології, що використовують комп'ютерний зір для ідентифікації товарів та відправлень.

Застосування технологій автоматичної ідентифікації дозволяє значно підвищити точність обліку, знизити вплив людського фактора та прискорити виконання складських операцій.

3. Автоматизовані та роботизовані складські системи

Сучасні склади все активніше впроваджують автоматизовані та роботизовані системи, що дозволяють значно підвищити ефективність роботи:

- Автоматизовані складські системи (AS/RS – Automated Storage and Retrieval Systems) – системи, що забезпечують автоматичне розміщення та вилучення товарів із місць зберігання.
- Конвеєрні системи – забезпечують автоматичне переміщення товарів між різними зонами складу.
- AGV (Automated Guided Vehicles) – автоматизовані транспортні засоби, що переміщуються за заданими маршрутами без участі людини.
- Роботи-комплектувальники – здійснюють автоматичний відбір товарів відповідно до замовлень.

Як зазначає Марчук В.Є., "впровадження роботизованих систем дозволяє збільшити продуктивність складу у 2-3 рази, знизити операційні витрати на 30-40% та підвищити точність виконання операцій до 99,9%" [13].

4. Системи голосового управління (Voice-Directed Warehousing)

Системи голосового управління дозволяють працівникам складу отримувати завдання та звітувати про їх виконання за допомогою голосових команд, що звільняє руки для роботи з товарами. Як зазначає Марчук В.Є., "технології голосового управління (Pick-by-Voice) забезпечують підвищення продуктивності праці на 15-25%, зниження кількості помилок на 25-35% та скорочення часу навчання нових працівників на 50-60%" [13].

Система голосового управління складається з наступних компонентів:

- Мобільний термінал з підтримкою голосового управління, який працівник носить на поясі
- Бездротова гарнітура з мікрофоном та навушником
- Програмне забезпечення для розпізнавання мови та синтезу мовлення
- Сервер, що забезпечує інтеграцію з WMS та іншими системами управління

Принцип роботи системи голосового управління полягає в наступному:

1. Система генерує голосові команди та інструкції для працівника

2. Працівник підтверджує отримання інструкцій та звітує про виконання операцій за допомогою голосових команд
3. Система розпізнає голосові повідомлення працівника та передає їх в WMS
4. WMS обробляє отриману інформацію та генерує наступні завдання
Основними перевагами систем голосового управління є:
 - Звільнення рук працівника для роботи з товарами
 - Зосередженість уваги на виконанні операцій, а не на роботі з терміналом
 - Можливість одночасного отримання інструкцій та їх виконання
 - Зручність роботи в умовах низьких температур (на холодильних складах)
 - Можливість використання працівниками з обмеженими можливостями зору

Як зазначає Посилкіна О.В., "найбільшу ефективність системи голосового управління демонструють при комплектації замовлень з великою кількістю позицій, а також при роботі в холодильних камерах, де використання традиційних терміналів збору даних ускладнено" [22].

Впровадження систем голосового управління дозволяє досягти значних економічних результатів. За даними дослідження Кучерук Г.Ю., середня окупність інвестицій у впровадження таких систем становить 9-12 місяців, а економічний ефект досягається за рахунок підвищення продуктивності праці, зниження кількості помилок та скорочення витрат на навчання персоналу [11].

Слід зазначити, що ефективність систем голосового управління залежить від ряду факторів, включаючи рівень шуму на складі, акустичні особливості приміщення, мовні особливості персоналу та якість програмного забезпечення для розпізнавання мови. Тому при впровадженні таких систем необхідно проводити детальний аналіз умов експлуатації та адаптувати систему до конкретних потреб підприємства.

5. Системи світлового відбору (Pick-to-Light)

Дані системи використовують світлові індикатори для визначення місця знаходження товару та необхідної кількості для відбору. Як зазначає Ковальчук О.В., "системи світлового відбору підвищують швидкість комплектації на 30-40% та знижують кількість помилок до 0,1%" [8].

6. Системи автоматизованого зберігання та пошуку (AS/RS)

Системи автоматизованого зберігання та пошуку (Automated Storage and Retrieval Systems) представляють собою комплекс обладнання, що забезпечує автоматизоване розміщення та вилучення товарів з місць зберігання. Як зазначає Біловодська О.А., "впровадження AS/RS дозволяє значно підвищити ефективність використання складського простору, зокрема за рахунок максимального використання висоти приміщення, а також забезпечити високу швидкість та точність обробки вантажів" [12].

Основними компонентами AS/RS є:

- Стелажні конструкції для зберігання вантажів
- Автоматизовані крани-штабелери для розміщення та вилучення вантажів
- Конвеєрні системи для транспортування вантажів
- Системи управління та контролю

За даними дослідження Ільченко Н.Б., впровадження AS/RS дозволяє досягти наступних результатів:

- Підвищення щільності зберігання на 40-60%
- Зниження потреби в персоналі на 60-80%
- Підвищення точності обліку до 99,9%
- Збільшення швидкості обробки замовлень у 2-3 рази [6]

7. Роботизація складських процесів

Сучасний етап розвитку складської логістики характеризується активним впровадженням роботизованих систем, які дозволяють автоматизувати різні операції та знизити залежність від людського фактора. Як зазначає Трифонова

О.В., "роботизація складських процесів є однією з ключових тенденцій розвитку логістики в умовах Індустрії 4.0, що дозволяє значно підвищити ефективність роботи складу при одночасному зниженні операційних витрат" [27].

Основними напрямками роботизації складських процесів є:

1. Роботи-транспортувальники (AGV - Automated Guided Vehicles) - автономні транспортні засоби, що здійснюють переміщення вантажів по складу без участі людини. За даними дослідження Міжнародної торговельної логістики, впровадження AGV дозволяє знизити витрати на внутрішньоскладське транспортування на 30-40% та підвищити ефективність використання складського простору [14].

2. Роботи-комплектувальники - роботизовані системи, що здійснюють відбір товарів для комплектації замовлень. Згідно з дослідженням Смирнова І.Г., впровадження роботів-комплектувальників дозволяє підвищити продуктивність комплектації у 3-4 рази та знизити кількість помилок до 0,01% [24].

3. Роботи-палетайзери - системи, що здійснюють автоматичне формування палет з окремих коробок чи товарів. Як зазначає Забуранна Л.В., "використання роботів-палетайзерів дозволяє оптимізувати процес палетування, забезпечуючи максимальну стійкість палет та ефективне використання площі" [5].

4. Дрони для інвентаризації - безпілотні літальні апарати, оснащені системами сканування та ідентифікації, які використовуються для автоматизації процесу інвентаризації на складі. За даними дослідження Паласюка Б.М., використання дронів дозволяє скоротити час інвентаризації на 80-90% та підвищити її точність [20].

8. Хмарні технології в управлінні складськими процесами

Важливим трендом у розвитку складської логістики є впровадження хмарних технологій, що забезпечують доступ до інформаційних систем та даних через інтернет без необхідності встановлення спеціального програмного забезпечення на локальних серверах. Як зазначає Антощишина Н.І., "хмарні технології в логістиці дозволяють знизити витрати на ІТ-інфраструктуру,

забезпечити масштабованість рішень та підвищити гнучкість бізнес-процесів" [1].

Переваги використання хмарних технологій в управлінні складськими процесами:

- Зниження капітальних витрат на ІТ-інфраструктуру
- Можливість швидкого масштабування системи
- Доступ до даних з будь-якої точки та пристрою
- Автоматичне оновлення програмного забезпечення
- Висока надійність та захищеність даних

За даними дослідження Кучерук Г.Ю., впровадження хмарних технологій в логістиці дозволяє знизити витрати на ІТ-інфраструктуру на 30-40% та скоротити час впровадження нових рішень на 50-60% [11].

9. Технології Інтернету речей (IoT) в складській логістиці

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) представляє собою концепцію мережі фізичних об'єктів ("речей"), оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем. Як зазначає Сумець О.М., "впровадження технологій IoT в складській логістиці дозволяє створити "розумний склад", де всі процеси контролюються в режимі реального часу, що забезпечує максимальну ефективність та гнучкість" [25].

Основні напрямки застосування IoT в складській логістиці:

1. Моніторинг стану товарів - використання сенсорів для контролю температури, вологості, освітленості та інших параметрів, що впливають на зберігання товарів. За даними дослідження Москвітіної Т.Д., використання IoT для моніторингу стану товарів дозволяє знизити втрати від псування на 20-30% [16].

2. Відстеження місцезнаходження товарів - використання RFID-міток, Bluetooth-маяків та інших технологій для точного визначення місцезнаходження товарів на складі. Як зазначає Крикавський Є.В., "системи відстеження на основі

IoT дозволяють знизити час пошуку товарів на 80-90% та забезпечити точність інвентаризації до 99,9%" [10].

3. Автоматизація управління обладнанням - використання IoT для моніторингу стану та управління складським обладнанням (конвеєри, крани-штабелери, автоматизовані транспортні засоби). Згідно з дослідженням Дибської В.В., автоматизація управління обладнанням на основі IoT дозволяє підвищити ефективність його використання на 15-20% та знизити витрати на технічне обслуговування на 30% [3].

4. Оптимізація маршрутів - використання даних від IoT-пристроїв для оптимізації маршрутів переміщення персоналу та техніки по складу. За даними дослідження Пономарьової Ю.В., оптимізація маршрутів на основі даних IoT дозволяє скоротити середній шлях переміщення на 20-30% [21].

10. Технології доповненої реальності (AR) в складській логістиці

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) - технологія, що дозволяє накладати цифрову інформацію (зображення, текст, відео) на реальні об'єкти. Як зазначає Чухрай Н.І., "використання технологій доповненої реальності в складській логістиці дозволяє значно підвищити ефективність роботи персоналу, забезпечуючи доступ до необхідної інформації в режимі реального часу" [28].

Основні напрямки застосування AR в складській логістиці:

1. Відбір товарів (Pick-by-Vision) - використання AR-окулярів для відображення інформації про місцезнаходження товарів та маршрут комплектації. За даними дослідження Якимишин Л.Я., використання технології Pick-by-Vision дозволяє підвищити швидкість комплектації на 25-35% та знизити кількість помилок на 60-70% [30].

2. Навігація по складу - використання AR для відображення оптимального маршруту переміщення по складу. Як зазначає Ковальчук О.В., "AR-навігація дозволяє скоротити час переміщення персоналу по складу на 30-40% та знизити кількість помилок при пошуку товарів" [8].

3. Навчання персоналу - використання AR для створення інтерактивних навчальних програм. Згідно з дослідженням Біліченка В.В.,

використання AR для навчання персоналу дозволяє скоротити час навчання на 40-50% та підвищити якість засвоєння матеріалу [2].

4. Контроль якості - використання AR для відображення інформації про вимоги до якості товарів та автоматичного виявлення дефектів. За даними дослідження Міжнародної торговельної логістики, використання AR для контролю якості дозволяє підвищити точність виявлення дефектів на 15-20% та скоротити час перевірки на 30-40% [14].

11. Технології машинного навчання та штучного інтелекту в складській логістиці

Машинне навчання та штучний інтелект (ШІ) знаходять все більше застосування в складській логістиці, дозволяючи автоматизувати процеси прийняття рішень та оптимізувати роботу складу. Як зазначає Посилкіна О.В., "використання технологій ШІ в логістиці дозволяє створити "інтелектуальний склад", здатний адаптуватися до змінних умов та самостійно оптимізувати свою роботу" [22].

Основні напрямки застосування ШІ в складській логістиці:

1. Прогнозування попиту - використання алгоритмів машинного навчання для аналізу історичних даних та прогнозування майбутнього попиту, що дозволяє оптимізувати рівень запасів та планування складських операцій. За даними дослідження Трифонової О.В., використання ШІ для прогнозування попиту дозволяє підвищити точність прогнозів на 20-30% та знизити рівень запасів на 15-25% [27].

2. Оптимізація розміщення товарів - використання ШІ для визначення оптимального розміщення товарів на складі з урахуванням частоти запитів, сезонності, супутніх товарів та інших факторів. Як зазначає Біловодська О.А., "алгоритми ШІ дозволяють підвищити ефективність використання складського простору на 15-20% та скоротити час комплектації на 25-30%" [12].

3. Оптимізація маршрутів - використання ШІ для визначення оптимальних маршрутів переміщення персоналу та техніки по складу з урахуванням поточної завантаженості зон, пріоритетності замовлень та інших

факторів. Згідно з дослідженням Ільченко Н.Б., оптимізація маршрутів на основі ШІ дозволяє скоротити загальний шлях переміщення на 25-35% та підвищити продуктивність праці на 15-20% [6].

4. Предиктивне обслуговування обладнання - використання ШІ для аналізу даних про роботу обладнання та прогнозування потенційних несправностей. За даними дослідження Марчука В.Є., предиктивне обслуговування на основі ШІ дозволяє знизити витрати на ремонт обладнання на 20-30% та підвищити його доступність на 10-15% [13].

5. Автоматизована інспекція якості - використання технологій комп'ютерного зору та ШІ для автоматичного виявлення дефектів та невідповідностей. Як зазначає Забуранна Л.В., "системи автоматизованої інспекції на основі ШІ забезпечують вищу точність, об'єктивність та швидкість контролю якості порівняно з людським контролем" [5].

Інтеграція різних технологій для створення "розумного складу"

Максимальний ефект від впровадження інноваційних технологій в управління складськими процесами досягається при їх комплексній інтеграції в єдину систему "розумного складу". Як зазначає Кальченко А.Г., "розумний склад є результатом конвергенції різних технологій, таких як WMS, RFID, IoT, ШІ, роботизація, що забезпечує синергетичний ефект та дозволяє досягти нового рівня ефективності складської логістики" [7].

Основними характеристиками "розумного складу" є:

- Повна автоматизація та інтеграція всіх складських процесів
- Збір та аналіз даних в режимі реального часу
- Адаптивність та здатність до самооптимізації
- Мінімальна залежність від людського фактора
- Висока продуктивність та точність операцій
- Ефективне використання ресурсів (простір, обладнання, персонал)
- Екологічність та енергоефективність

За даними дослідження Окландера М.А., впровадження концепції "розумного складу" дозволяє підвищити загальну ефективність складської логістики на 30-50%, знизити операційні витрати на 20-30% та забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів [17].

Таблиця 1.4 - Порівняльний аналіз ефективності різних інноваційних технологій в управлінні складськими процесами

Технологія	Підвищення продуктивності, %	Зниження кількості помилок, %	Оптимізація використання простору, %	Зниження операційних витрат, %	Термін окупності, міс.
WMS	20-30	70-80	15-25	10-20	9-12
RFID	30-40	90-95	-	15-25	12-18
Автоматизовані та роботизовані системи	200-300	95-99	40-60	30-50	18-36
Системи голосового управління	20-25	30-40	-	10-15	8-12
Системи світлового відбору	30-40	80-90	-	15-20	6-9
Технології IoT	15-25	20-30	10-15	10-20	12-18
Технології AR	25-35	60-70	-	10-15	12-18
Технології III	20-30	30-50	15-20	15-25	18-24
"Розумний склад" (комплексне впровадження)	30-50	90-99	30-40	20-30	24-36

Джерело: складено автором на основі [1, 3, 7, 8, 12, 22, 25]

Аналіз даних, представлених у таблиці 1.4, дозволяє зробити висновок про різну ефективність інноваційних технологій залежно від конкретних цілей оптимізації складських процесів. Найбільше підвищення продуктивності забезпечують автоматизовані та роботизовані системи, найвище зниження кількості помилок - RFID та роботизовані системи, найкращу оптимізацію

використання простору - автоматизовані системи зберігання, а найшвидшу окупність - системи світлового відбору.

Водночас комплексне впровадження різних технологій в рамках концепції "розумного складу" забезпечує найбільш збалансоване підвищення ефективності за всіма показниками, хоча і вимагає найбільших інвестицій та має триваліший термін окупності.

Як зазначає Шандрівська О.Є., "вибір оптимального набору інноваційних технологій для конкретного складу повинен базуватися на аналізі його специфіки, обсягів вантажопотоків, асортименту товарів, наявних ресурсів та стратегічних цілей компанії" [29].

Тенденції та перспективи розвитку інноваційних технологій в управлінні складськими процесами

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку інноваційних технологій в управлінні складськими процесами дозволяє виділити кілька ключових напрямків, які визначатимуть розвиток складської логістики у найближчі роки:

1. Подальша роботизація та автоматизація - розширення застосування роботизованих систем для виконання все більшої кількості складських операцій з поступовим переходом до повністю автоматизованих складів.

2. Розвиток технологій штучного інтелекту - підвищення "інтелектуальності" складських систем, їх здатності до самонавчання та адаптації до змінних умов.

3. Інтеграція з іншими ланками логістичного ланцюга - забезпечення безперервного обміну інформацією між складом, транспортними системами, виробництвом та точками продажу для оптимізації всього логістичного ланцюга.

4. Екологізація складської логістики - впровадження енергоефективних технологій, використання відновлюваних джерел енергії, мінімізація відходів та зниження вуглецевого сліду складських операцій.

5. Персоналізація складських процесів - адаптація складських процесів до індивідуальних потреб клієнтів, забезпечення можливості кастомізації послуг.

Як зазначає Чухрай Н.І., "майбутнє складської логістики пов'язано з створенням адаптивних, екологічних та клієнтоорієнтованих систем, здатних ефективно функціонувати в умовах високої невизначеності та швидких змін бізнес-середовища" [28].

Таким чином, інноваційні технології в управлінні складськими процесами є потужним інструментом підвищення ефективності транспортно-складських систем підприємств. Їх впровадження дозволяє оптимізувати використання складських площ, підвищити продуктивність праці, знизити кількість помилок та забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів, що створює міцну основу для зміцнення конкурентних позицій компаній на ринку логістичних послуг.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ "НОВА ПОШТА" У ЛЬВОВІ

2.1. Характеристика існуючої транспортно-складської інфраструктури

Компанія "Нова Пошта" є одним з найбільших операторів логістичного ринку України, що спеціалізується на наданні послуг експрес-доставки документів, вантажів і посилок. За даними офіційного сайту компанії, на кінець 2024 року мережа "Нової Пошти" включала понад 10000 відділень і поштоматів по всій території України, в тому числі розгалужену мережу у місті Львові та Львівській області [19].

Транспортно-складська інфраструктура "Нової Пошти" у Львові включає кілька ключових елементів, що забезпечують ефективний рух відправлень на місцевому та регіональному рівнях. Основними елементами даної інфраструктури є:

1. Інноваційний термінал – головний логістичний центр компанії в регіоні, що забезпечує сортування та обробку відправлень для всієї Львівської області.
2. Мережа відділень різних форматів – стандартні відділення, міні-відділення, поштомати.
3. Власний автопарк – транспортні засоби різної вантажопідйомності для забезпечення доставки.
4. Вантажні хаби – проміжні пункти консолідації та розподілу відправлень.

Як зазначає Москвітін Т.Д., "ефективність логістичної інфраструктури визначається оптимальним розташуванням її елементів та забезпеченням їх взаємозв'язку" [16]. Відповідно до цього принципу "Нова Пошта" розвиває свою інфраструктуру у Львові на основі комплексного підходу, забезпечуючи оптимальне розташування відділень та маршрутів доставки.

Інноваційний термінал "Нової Пошти" у Львові

Центральним елементом транспортно-складської інфраструктури компанії в регіоні є інноваційний термінал, розташований на околиці міста з хорошим транспортним сполученням. Термінал був відкритий у 2021 році та є одним з найсучасніших логістичних центрів в Україні.

Основні характеристики терміналу:

- Загальна площа: 5,7 тис. кв. м
- Пропускна здатність: до 100 тис. відправлень на добу
- Кількість доків: 43 (з них 32 для вантажного транспорту і 11 для кур'єрських машин)
- Рівень автоматизації: 70% операцій

Термінал оснащений сучасним обладнанням, включаючи автоматизовану сортувальну лінію, конвеєрні системи, системи відеоспостереження та контролю доступу. Як зазначає Дибська В.В., "сучасні логістичні центри характеризуються високим ступенем автоматизації основних процесів, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та знизити вплив людського фактора" [3].

Мережа відділень "Нової Пошти" у Львові

Мережа відділень "Нової Пошти" у Львові є важливою складовою транспортно-складської інфраструктури компанії. Станом на початок 2025 року у місті функціонує 126 відділень різних форматів, розташованих з урахуванням щільності населення та транспортної доступності.

У таблиці 2.1 представлено структуру мережі відділень "Нової Пошти" у Львові за форматами.

Таблиця 2.1 - Структура мережі відділень "Нової Пошти" у Львові за форматами

Формат відділення	Кількість	Частка, %	Основні характеристики
Стандартні відділення	68	54,0	Площа 120-200 кв. м, повний спектр послуг
Міні-відділення	27	21,4	Площа 40-80 кв. м, обмежений спектр послуг
Поштомати	31	24,6	Автоматизовані пункти видачі та відправлення посилок вагою до 30 кг
Разом	126	100,0	

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури мережі відділень показує переважання стандартних відділень, що забезпечують надання повного спектру послуг компанії. Водночас спостерігається тенденція до збільшення частки поштоматів, що відповідає загальним трендам розвитку поштової логістики, спрямованим на автоматизацію процесів видачі та відправлення посилок.

Розташування відділень "Нової Пошти" у Львові відображає стратегію компанії щодо максимального наближення до клієнтів. Як зазначає Ільченко Н.Б., "оптимальне розміщення пунктів видачі є важливим фактором конкурентоспроможності логістичних компаній в умовах розвитку електронної комерції" [6].

Транспортний парк "Нової Пошти" у Львові

Для забезпечення ефективної доставки відправлень "Нова Пошта" у Львові використовує власний автопарк, що включає транспортні засоби різної вантажопідйомності. Структура автопарку компанії у Львові представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Структура автопарку "Нової Пошти" у Львові

Тип транспортного засобу	Кількість	Вантажопідйомність	Основне призначення
Вантажні автомобілі великої вантажопідйомності	15	10-20 т	Міжтермінальні перевезення
Вантажні автомобілі середньої вантажопідйомності	48	3-5 т	Доставка між терміналом та відділеннями
Малотоннажні вантажні автомобілі	73	до 2 т	Доставка між відділеннями, адресна доставка
Кур'єрські автомобілі	95	до 0,5 т	Адресна доставка
Екологічний транспорт (електрокари)	8	до 0,5 т	Доставка в центральній частині міста
Разом	239	-	-

Джерело: складено автором на основі [19]

Структура автопарку відображає багаторівневу систему доставки, що включає як магістральні перевезення між терміналами, так і місцеву доставку до відділень та кінцевих споживачів. Важливим трендом є поступове збільшення частки екологічного транспорту, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку міст.

Як зазначає Смирнов І.Г., "оптимізація структури автопарку логістичної компанії має враховувати особливості вантажопотоків, інфраструктурні обмеження та екологічні вимоги" [24]. Відповідно до цього принципу, "Нова Пошта" адаптує свій автопарк у Львові до специфіки міської логістики, використовуючи малотоннажні автомобілі та електрокари для доставки в центральній частині міста з обмеженим рухом транспорту.

Інформаційна інфраструктура

Важливою складовою транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові є інформаційна інфраструктура, що забезпечує управління всіма логістичними процесами. Основними елементами інформаційної інфраструктури є:

1. Система управління складом (WMS) – забезпечує автоматизацію складських операцій.

2. Система управління транспортом (TMS) – оптимізує маршрути доставки та контролює роботу транспорту.

3. Система відстеження відправлень – забезпечує контроль за переміщенням кожного відправлення.

4. Мобільні додатки для клієнтів та кур'єрів – спрощують процеси відправлення та отримання посилок.

Компанія використовує власні програмні рішення, інтегровані з глобальними системами управління логістикою. Як зазначає Антощишина Н.І., "впровадження комплексних інформаційних систем є ключовим фактором підвищення ефективності логістичних операцій та забезпечення прозорості ланцюга поставок" [1].

Таким чином, транспортно-складська інфраструктура "Нової Пошти" у Львові представляє собою комплексну систему, що включає складські об'єкти, транспортні засоби та інформаційні технології, об'єднані єдиною логістичною стратегією. Дана інфраструктура забезпечує ефективний рух відправлень та високий рівень обслуговування клієнтів.

2.2. Аналіз вантажопотоків та завантаженості складських приміщень

Аналіз вантажопотоків є важливим етапом дослідження ефективності транспортно-складської системи, оскільки дозволяє оцінити інтенсивність та структуру матеріальних потоків, а також виявити закономірності їх зміни. Як зазначає Трифонова О.В., "вантажопотік є ключовим параметром, що визначає потребу в складських площах, транспортних засобах та інших ресурсах логістичної системи" [27].

Динаміка вантажопотоків

Динаміка вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові характеризується стабільним зростанням з певними сезонними коливаннями. За даними компанії, у 2024 році через логістичну інфраструктуру "Нової Пошти" у Львові пройшло близько 18,5 млн відправлень, що на 17% більше, ніж у попередньому році [19].

На рис. 2.1 представлено динаміку місячних вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові за 2024 рік.

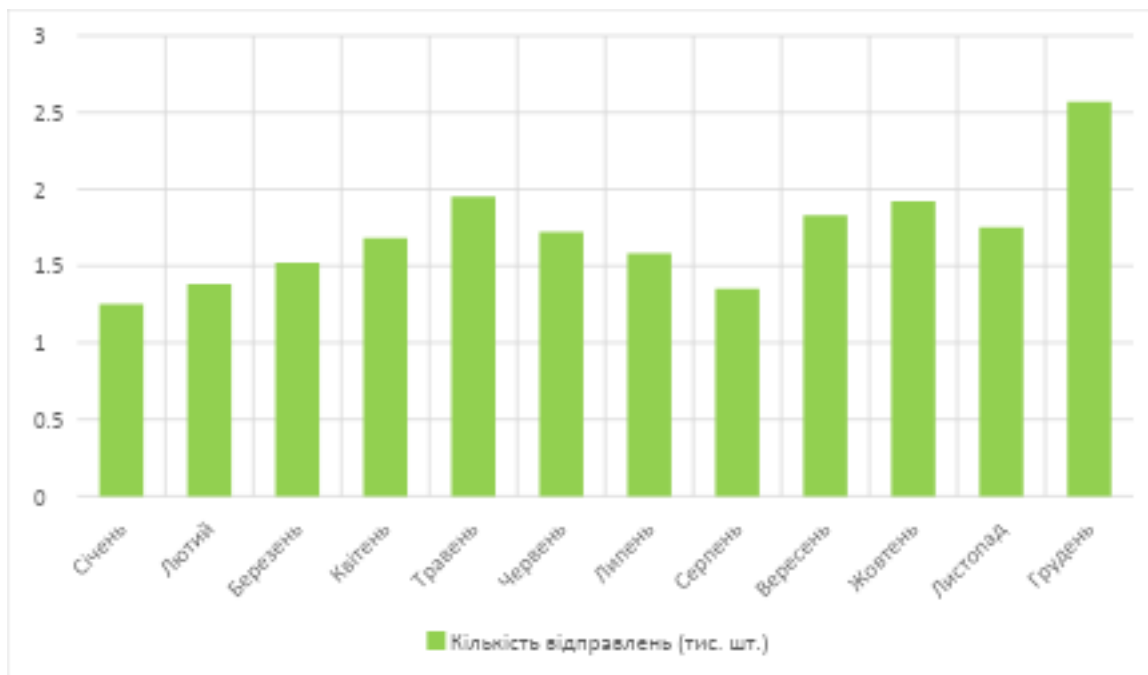


Рис. 2.1. Динаміка місячних вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові за 2024 рік

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз динаміки вантажопотоків показує наявність чітко виражених сезонних коливань з піками у грудні (передноворічний період), травні та вересні-жовтні. Мінімальні значення вантажопотоків спостерігаються у січні та серпні. Коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків (відношення максимального місячного обсягу до середньомісячного) складає 1,43, що є типовим для логістичних компаній, орієнтованих на споживчий ринок.

Як зазначає Якимишин Л.Я., "сезонні коливання вантажопотоків вимагають гнучкості логістичної системи та наявності резервних потужностей для обробки пікових навантажень" [30]. Відповідно до цього принципу, "Нова Пошта" у Львові використовує різні механізми адаптації до сезонних коливань, включаючи залучення тимчасового персоналу, коригування графіків роботи та оптимізацію маршрутів доставки.

Структура вантажопотоків

Аналіз структури вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові дозволяє виявити основні категорії відправлень та їх частку в загальному обсязі. Структура вантажопотоків за типами відправлень представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Структура вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові за типами відправлень

Тип відправлення	Частка в загальному обсязі, %	Середня вага, кг	Особливості обробки
Документи	6,8	0,2-0,5	Прискорена обробка, спеціальні умови зберігання
Дрібні посилки (до 2 кг)	37,5	0,5-2,0	Стандартна обробка
Середні посилки (2-10 кг)	28,4	2,0-10,0	Стандартна обробка
Великі посилки (10-30 кг)	18,2	10,0-30,0	Спеціальне обладнання для переміщення
Вантажі (понад 30 кг)	9,1	понад 30,0	Механізовані засоби обробки
Разом	100,0	-	-

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури вантажопотоків показує переважання дрібних та середніх посилок, що становлять разом 65,9% від загального обсягу відправлень. Це відображає загальний тренд розвитку електронної комерції, орієнтованої переважно на доставку товарів невеликих розмірів та ваги.

За напрямками переміщення вантажопотоки "Нової Пошти" у Львові можна розділити на кілька категорій:

1. Вхідні вантажопотоки – відправлення, що надходять до Львова з інших міст України та з-за кордону.
2. Вихідні вантажопотоки – відправлення зі Львова в інші міста України та за кордон.
3. Внутрішні вантажопотоки – переміщення відправлень між відділеннями в межах міста.

Структура вантажопотоків за напрямками переміщення представлена на рис. 2.2.

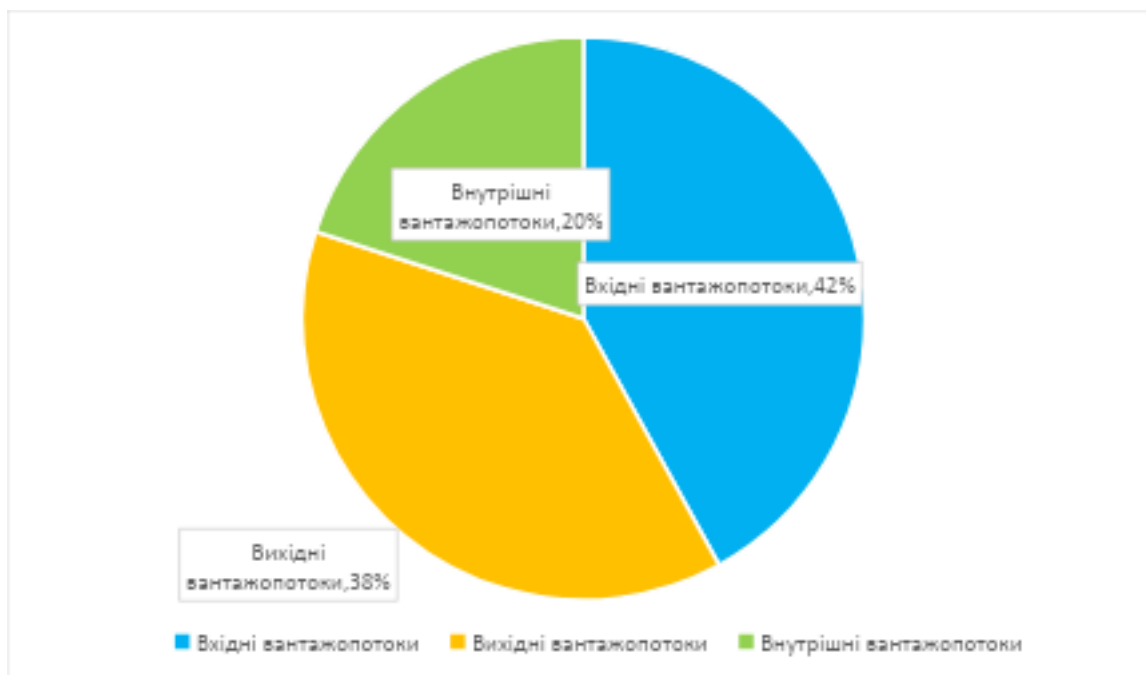


Рис. 2.2. Структура вантажопотоків "Нової Пошти" у Львові за напрямками переміщення

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури вантажопотоків за напрямками переміщення показує, що найбільшу частку (42%) становлять вхідні вантажопотоки, що пов'язано з активним розвитком електронної комерції та замовленням товарів львів'янами з інших міст України. Вихідні вантажопотоки складають 38%, а внутрішні – 20%.

Завантаженість складських приміщень

Аналіз завантаженості складських приміщень "Нової Пошти" у Львові дозволяє оцінити ефективність використання складської інфраструктури та виявити "вузькі місця" в системі обробки відправлень.

Основними показниками завантаженості складських приміщень є:

- Коефіцієнт використання складської площі – відношення корисної площі до загальної.
- Коефіцієнт завантаженості складу – відношення фактичного обсягу відправлень до проектної потужності.
- Середній час знаходження відправлення на складі.

Значення цих показників для інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Показники завантаженості інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові

Показник	Значення	Нормативне значення	Відхилення, %
Коефіцієнт використання складської площі	0,72	0,75-0,85	-4,0
Коефіцієнт завантаженості складу (середній)	0,83	0,75-0,80	+3,8
Коефіцієнт завантаженості складу (у пікові періоди)	0,96	до 0,90	+6,7
Середній час знаходження відправлення на складі, год	5,4	4,0-6,0	-

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз показників завантаженості терміналу показує, що коефіцієнт використання складської площі дещо нижчий за нормативний, що свідчить про наявність резервів для оптимізації розміщення обладнання та матеріалів. Водночас коефіцієнт завантаженості складу перевищує рекомендовані значення, особливо у пікові періоди, що створює ризики зниження якості обробки відправлень та збільшення часу доставки.

Як зазначає Ковальчук О.В., "оптимальна завантаженість складу повинна забезпечувати баланс між ефективним використанням площі та наявністю достатнього простору для маневрування та обробки вантажів" [8].

Аналіз завантаженості відділень "Нової Пошти" у Львові показав значну нерівномірність як між різними відділеннями, так і протягом дня та тижня. На рис. 2.3 представлено розподіл коефіцієнта завантаженості відділень протягом дня.

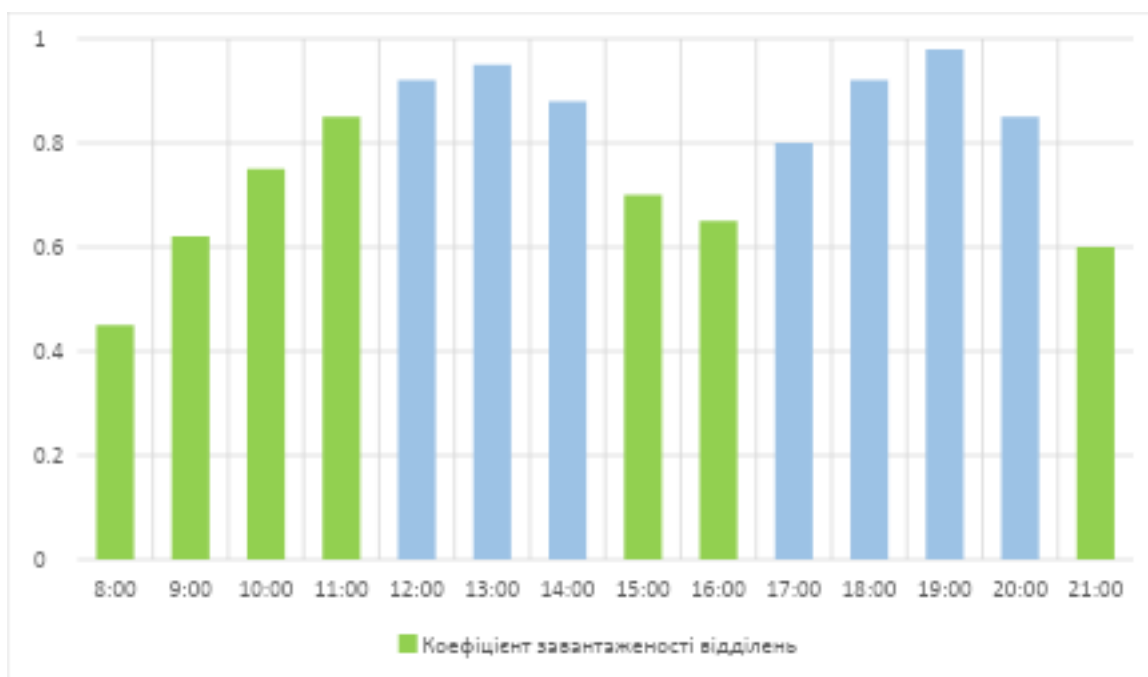


Рис. 2.3. Динаміка завантаженості відділень "Нової Пошти" у Львові протягом дня

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз динаміки завантаженості відділень показує наявність двох пікових періодів – з 12:00 до 14:00 та з 17:00 до 20:00, що пов'язано з режимом роботи більшості клієнтів. У ці періоди коефіцієнт завантаженості деяких відділень досягає 0,95-1,00, що призводить до утворення черг та зниження якості обслуговування.

Як зазначає Паласюк Б.М., "нерівномірність завантаження логістичних об'єктів протягом дня вимагає впровадження гнучких технологій обслуговування та оптимізації графіків роботи персоналу" [20]. Відповідно до цього принципу, "Нова Пошта" у Львові використовує гнучкі графіки роботи операторів та кур'єрів, збільшуючи їх кількість у пікові періоди.

Аналіз інтенсивності вантажопотоків

Важливим аспектом аналізу вантажопотоків є оцінка їх інтенсивності, що дозволяє визначити навантаження на окремі елементи транспортно-складської системи. У таблиці 2.5 представлено дані про середню добову інтенсивність вантажопотоків для різних елементів інфраструктури "Нової Пошти" у Львові.

Таблиця 2.5 - Середня добова інтенсивність вантажопотоків для різних елементів інфраструктури "Нової Пошти" у Львові

Елемент інфраструктури	Середня добова інтенсивність, відправлень	Інтенсивність у пікові періоди, відправлень	Коефіцієнт нерівномірності
Інноваційний термінал	56 000	85 000	1,52
Стандартне відділення	850	1 300	1,53
Міні-відділення	320	480	1,50
Поштомот	150	210	1,40

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз інтенсивності вантажопотоків показує, що коефіцієнт нерівномірності для всіх елементів інфраструктури знаходиться в межах 1,40-1,53, що є досить високим показником. Це свідчить про значні коливання навантаження та необхідність забезпечення резервних потужностей.

Як зазначає Забуранна Л.В., "висока нерівномірність вантажопотоків призводить до нераціонального використання ресурсів – надмірного завантаження в пікові періоди та простоїв у періоди низької активності" [5]. Для вирішення цієї проблеми "Нова Пошта" у Львові впроваджує різні механізми управління попитом, включаючи гнучку тарифну політику та систему пріоритетів обробки відправлень.

Таким чином, аналіз вантажопотоків та завантаженості складських приміщень "Нової Пошти" у Львові виявив наступні особливості:

1. Стабільне зростання обсягів вантажопотоків з вираженими сезонними коливаннями.
2. Переважання у структурі вантажопотоків дрібних та середніх посилок, що відображає тренди розвитку електронної комерції.
3. Висока частка вхідних вантажопотоків, пов'язана з активним розвитком електронної комерції.
4. Перевищення нормативних значень коефіцієнта завантаженості складських приміщень у пікові періоди.

5. Значна нерівномірність завантаження відділень протягом дня та тижня.

Виявлені особливості вантажопотоків та завантаженості складських приміщень є важливою основою для розробки заходів з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові.

2.3. Оцінка ефективності використання складських площ

Ефективність використання складських площ є одним з ключових показників діяльності транспортно-складської системи, що впливає на операційні витрати та якість обслуговування клієнтів. Як зазначає Москвітін Т.Д., "раціональне використання складських площ дозволяє не тільки знизити витрати на зберігання, але й оптимізувати процеси обробки вантажів, скоротити час виконання операцій та підвищити пропускну здатність складу" [16].

Аналіз структури складських площ "Нової Пошти" у Львові дозволяє оцінити розподіл простору між різними функціональними зонами та визначити потенційні напрямки оптимізації. Структура складських площ інноваційного терміналу представлена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Структура складських площ інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові

Функціональна зона	Площа, кв. м	Частка від загальної площі, %	Нормативна частка, %	Відхилення, %
Зона приймання	680	11,9	10-12	-
Зона сортування	2 350	41,2	40-45	-
Зона зберігання	1 140	20,0	18-22	-
Зона комплектації	790	13,9	12-15	-
Зона відвантаження	510	8,9	8-10	-
Адміністративно-побутові приміщення	230	4,1	3-5	-
Разом	5 700	100,0	-	-

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури складських площ показує, що розподіл простору між функціональними зонами в цілому відповідає нормативним значенням для логістичних центрів даного типу. Найбільшу частку (41,2%) займає зона сортування, що відображає специфіку діяльності компанії, орієнтованої на швидку обробку відправлень без тривалого зберігання.

Як зазначає Посилкіна О.В., "оптимальний розподіл складських площ між функціональними зонами повинен враховувати специфіку товаропотоків, технологію обробки вантажів та сезонні коливання обсягів" [22]. Відповідно до цього принципу, структура складських площ "Нової Пошти" у Львові адаптована до специфіки експрес-доставки з мінімальним часом знаходження відправлень на складі.

Показники ефективності використання складських площ

Для комплексної оцінки ефективності використання складських площ застосовуються різні показники, що характеризують інтенсивність та результативність використання простору. Основні показники ефективності використання складських площ інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Показники ефективності використання складських площ інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові

Показник	Формула розрахунку	Значення	Нормативне значення	Відхилення, %
Вантажонапруженість, посилок/кв. м на добу	Кількість оброблених посилок / Загальна площа	9,8	9-10	+2,1
Коефіцієнт використання складської площі	Корисна площа / Загальна площа	0,72	0,75-0,85	-4,0
Коефіцієнт використання об'єму	Корисний об'єм / Загальний об'єм	0,64	0,65-0,75	-1,5
Питомий товарообіг, тонн/кв. м на рік	Річний вантажообіг / Загальна площа	12,4	10-14	-
Середній час обробки однієї посилки, хв	Загальний час обробки / Кількість посилок	3,8	3-4	-

Джерело: складено автором на основі даних [19]

Аналіз показників ефективності використання складських площ показує, що більшість з них знаходяться в межах нормативних значень. Вантажонапруженість складу дещо перевищує рекомендований рівень, що може свідчити про високу інтенсивність використання складських площ. Водночас коефіцієнти використання складської площі та об'єму дещо нижчі за нормативні значення, що вказує на наявність резервів для оптимізації.

Як зазначає Сумець О.М., "ефективність використання складських площ залежить не тільки від їх розподілу між функціональними зонами, але й від організації технологічних процесів, розміщення обладнання та оптимізації маршрутів внутрішньоскладського переміщення" [25]. Відповідно до цього принципу, підвищення ефективності використання складських площ "Нової Пошти" у Львові потребує комплексного підходу, що включає оптимізацію як просторового розподілу, так і технологічних процесів.

Аналіз розміщення відправлень на складі

Важливим аспектом оцінки ефективності використання складських площ є аналіз системи розміщення відправлень, що впливає на швидкість їх обробки та ефективність використання простору. В інноваційному терміналі "Нової Пошти"

у Львові використовуються різні системи розміщення відправлень залежно від їх типу та спрямування.

Основні системи розміщення відправлень:

1. Адресна система зберігання - для відправлень, що потребують тривалого зберігання (понад 3 дні);
2. Зонна система розміщення - для відправлень, що сортуються за напрямками;
3. Динамічне розміщення - для відправлень з високою оборотністю.

Ефективність різних систем розміщення відправлень представлена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Ефективність різних систем розміщення відправлень на інноваційному терміналі "Нової Пошти" у Львові

Система розміщення	Частка відправлень, %	Коефіцієнт використання площі	Швидкість доступу	Переваги	Недоліки
Адресна система	15	0,85	Середня	Точний облік, легкий пошук	Неефективне використання простору при неповному заповненні
Зонна система	65	0,75	Висока	Швидке сортування, групування за напрямками	Потреба в постійному контролі зон
Динамічне розміщення	20	0,65	Дуже висока	Максимальна швидкість обробки	Складність обліку, ризики помилок

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз ефективності різних систем розміщення відправлень показує, що зонна система, яка є основною для терміналу, забезпечує оптимальний баланс між ефективністю використання площі та швидкістю доступу до відправлень. Водночас найвищий коефіцієнт використання площі досягається при адресній системі, що використовується для відправлень з тривалим зберіганням.

Як зазначає Марчук В.Є., "вибір оптимальної системи розміщення відправлень залежить від багатьох факторів, включаючи особливості вантажопотоків, тривалість зберігання та вимоги до швидкості обробки" [13]. Відповідно до цього принципу, "Нова Пошта" у Львові використовує комбінований підхід, застосовуючи різні системи розміщення залежно від характеристик відправлень.

Аналіз ефективності використання складського обладнання

Ефективність використання складських площ значною мірою залежить від складського обладнання, що використовується для зберігання та обробки відправлень. В інноваційному терміналі "Нової Пошти" у Львові використовуються різні типи складського обладнання, включаючи стелажні системи, конвеєрні лінії, сортувальні столи та механізовані засоби переміщення вантажів.

Структура складського обладнання терміналу представлена в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Структура складського обладнання інноваційного терміналу "Нової Пошти" у Львові

Тип обладнання	Кількість одиниць	Площа розміщення, кв. м	Коефіцієнт використання	Функціональне призначення
Стелажні системи	320	980	0,82	Зберігання відправлень
Конвеєрні лінії	4	1 250	0,91	Сортування та переміщення відправлень
Сортувальні столи	28	420	0,78	Ручне сортування
Роликові транспортери	12	180	0,75	Переміщення відправлень між зонами
Механізовані засоби	18	-	0,68	Вантажно-розвантажувальні роботи

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури складського обладнання показує, що найбільшу площу займають конвеєрні лінії (1 250 кв. м), які є ключовим елементом сортувальної системи терміналу. Найвищий коефіцієнт використання спостерігається саме для конвеєрних ліній (0,91), що свідчить про їх високу завантаженість та інтенсивне використання.

Як зазначає Логістика (за ред. О.А. Біловодської), "вибір оптимального складського обладнання повинен забезпечувати максимальну продуктивність при мінімальній займаній площі та відповідати специфіці оброблюваних вантажів" [12]. Відповідно до цього принципу, обладнання терміналу "Нової Пошти" у Львові адаптоване до специфіки експрес-доставки з фокусом на швидку обробку відправлень.

Крім інноваційного терміналу, важливими елементами транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові є відділення різних форматів, що також мають складські площі для обробки та зберігання відправлень. Порівняльний аналіз ефективності використання складських площ відділень різних форматів представлений в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Порівняльний аналіз ефективності використання складських площ відділень "Нової Пошти" у Львові

Показник	Стандартні відділення	Міні-відділення	Відхилення, %
Середня загальна площа, кв. м	150	60	-60,0
Частка складської площі, %	65	60	-7,7
Середня кількість оброблених відправлень на добу	850	320	-62,4
Вантажонапруженість, посилок/кв. м на добу	8,7	8,9	+2,3
Коефіцієнт використання складської площі	0,76	0,79	+3,9
Середній час обробки однієї посилки, хв	4,2	4,5	+7,1

Джерело: складено автором на основі [19]

Порівняльний аналіз показує, що міні-відділення, незважаючи на менші розміри, демонструють вищі показники вантажонапруженості та коефіцієнта використання складської площі порівняно зі стандартними відділеннями. Водночас середній час обробки однієї посилки в міні-відділеннях дещо вищий, що може бути пов'язано з обмеженістю простору та меншою кількістю персоналу.

Як зазначає Ільченко Н.Б., "компактні формати логістичних об'єктів часто демонструють вищу ефективність використання площі за рахунок оптимізації процесів та раціонального розміщення обладнання" [6]. Досвід "Нової Пошти" у Львові підтверджує цю тезу, демонструючи ефективність міні-формату відділень з точки зору використання складських площ.

Виявлені проблеми та резерви підвищення ефективності

Аналіз ефективності використання складських площ "Нової Пошти" у Львові дозволив виявити кілька проблемних аспектів та потенційних резервів підвищення ефективності:

1. Нерівномірність завантаження складських площ - значні коливання інтенсивності вантажопотоків протягом дня та тижня призводять до періодичного перевантаження або простою окремих зон.

2. Недостатня автоматизація процесів - частина операцій, особливо у відділеннях, виконується вручну, що знижує продуктивність та збільшує потребу в площі.

3. Неоптимальне розміщення відправлень - недостатньо врахована частота звернень до різних типів відправлень при їх розміщенні, що збільшує шлях переміщення працівників.

4. Обмежене використання вертикального простору - коефіцієнт використання об'єму нижчий за нормативний, що свідчить про недостатнє використання висоти приміщень.

5. Недостатня гнучкість складських зон - складність швидкого переформатування простору під зміну структури вантажопотоків.

Як зазначає Забуранна Л.В., "виявлення резервів підвищення ефективності використання складських площ вимагає комплексного аналізу всіх аспектів складської логістики - від технологічних процесів до організації простору" [5]. Відповідно до цього принципу, підвищення ефективності використання складських площ "Нової Пошти" у Львові потребує комплексного підходу, що включає оптимізацію як просторової організації, так і технологічних процесів.

Таким чином, аналіз ефективності використання складських площ "Нової Пошти" у Львові показав, що більшість показників знаходяться в межах нормативних значень, але існують резерви для підвищення ефективності, особливо в аспектах автоматизації процесів, оптимізації розміщення відправлень та більш ефективного використання вертикального простору.

2.4. Виявлення «вузьких місць» в роботі системи

Виявлення та аналіз "вузьких місць" є важливим етапом дослідження транспортно-складської системи, що дозволяє визначити проблемні аспекти її функціонування та розробити заходи з їх усунення. Як зазначає Чухрай Н.І., ""вузькі місця" в логістичній системі - це елементи або процеси, які обмежують загальну продуктивність системи та знижують її ефективність" [28].

Для виявлення "вузьких місць" в роботі транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові було використано комплексний підхід, що включає аналіз операційних показників, спостереження за роботою системи, інтерв'ю з працівниками та аналіз відгуків клієнтів.

Аналіз часових показників обробки відправлень

Одним з ключових індикаторів наявності "вузьких місць" є аналіз часових показників обробки відправлень на різних етапах логістичного процесу. У таблиці 2.11 представлено структуру часу обробки відправлень в інноваційному терміналі "Нової Пошти" у Львові.

Таблиця 2.11 - Структура часу обробки відправлень в інноваційному терміналі "Нової Пошти" у Львові

Етап обробки	Нормативний час, хв	Фактичний середній час, хв	Відхилення, %	Частка від загального часу, %
Приймання та оформлення	5-7	8,4	+20,0	22,9
Сортування	10-12	11,3	-	30,8
Переміщення до зони зберігання	2-3	2,8	-	7,6
Зберігання	240-480	320,5	-	-
Комплектація для відправлення	8-10	9,6	-	26,2
Завантаження у транспортні засоби	4-5	4,6	-	12,5
Разом (без зберігання)	29-37	36,7	-	100,0

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури часу обробки відправлень показує, що найбільше перевищення нормативного часу спостерігається на етапі приймання та оформлення (+20%), що свідчить про наявність "вузького місця" на цьому етапі. Найбільшу частку в загальному часі обробки займає етап сортування (30,8%), що є природним для сортувального терміналу.

Як зазначає Кучерук Г.Ю., "аналіз часових показників дозволяє виявити не тільки явні "вузькі місця", де спостерігається перевищення нормативного часу, але й приховані проблеми, пов'язані з нераціональною організацією процесів" [11]. Відповідно до цього принципу, додатковий аналіз етапу приймання та оформлення виявив кілька факторів, що призводять до збільшення часу обробки, включаючи недостатню автоматизацію процесу введення даних та необхідність перевірки відправлень з нестандартними параметрами.

Аналіз пропускної здатності елементів системи

Важливим аспектом виявлення "вузьких місць" є аналіз пропускної здатності різних елементів транспортно-складської системи та її співвідношення

з фактичним навантаженням. У таблиці 2.12 представлено дані про пропускну здатність основних елементів системи "Нової Пошти" у Львові.

Таблиця 2.12 - Пропускна здатність основних елементів транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові

Елемент системи	Проектна пропускна здатність, відправлень на добу	Фактичне навантаження, відправлень на добу	Коефіцієнт завантаження, %	Резерв пропускну здатності, %
Зона приймання терміналу	25 000	22 500	90,0	10,0
Сортувальна лінія	70 000	56 000	80,0	20,0
Зона комплектації	30 000	25 800	86,0	14,0
Зона відвантаження	35 000	28 000	80,0	20,0
Транспортний парк	65 000	48 000	73,8	26,2
Стандартне відділення	1 000	850	85,0	15,0
Міні-відділення	400	320	80,0	20,0
Поштомот	200	150	75,0	25,0

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз пропускну здатності показує, що найвищий коефіцієнт завантаження спостерігається для зони приймання терміналу (90,0%), що підтверджує наявність "вузького місця" на етапі приймання відправлень. Найбільший резерв пропускну здатності має транспортний парк (26,2%), що свідчить про достатність транспортних ресурсів для забезпечення поточних обсягів перевезень.

Як зазначає Трифонова О.В., "для забезпечення стабільної роботи логістичної системи коефіцієнт завантаження її елементів не повинен перевищувати 85-90%, що дозволяє мати резерв для обробки пікових

навантажень" [27]. З цієї точки зору, зона приймання терміналу знаходиться на критичній межі завантаження і може стати обмежуючим фактором при подальшому зростанні вантажопотоків.

Аналіз якості обслуговування та відгуків клієнтів

Важливим джерелом інформації про "вузькі місця" в роботі транспортно-складської системи є аналіз якості обслуговування та відгуків клієнтів. У таблиці 2.13 представлено результати аналізу причин скарг клієнтів "Нової Пошти" у Львові за 2024 рік.

Таблиця 2.13 - Структура скарг клієнтів "Нової Пошти" у Львові за 2024 рік

Причина скарги	Кількість скарг	Частка від загальної кількості, %	Індекс задоволеності (1-5)
Затримка доставки	426	32,5	3,2
Черги у відділеннях	289	22,1	2,8
Пошкодження відправлення	184	14,0	2,6
Некоректна інформація про статус	156	11,9	3,5
Складність оформлення	112	8,5	3,7
Проблеми з оплатою	76	5,8	3,9
Інші причини	68	5,2	3,8
Разом	1 311	100,0	3,4

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз структури скарг клієнтів показує, що найбільша частка скарг (32,5%) пов'язана із затримками доставки, що може бути наслідком проблем у роботі транспортно-складської системи. Другою за значущістю причиною скарг (22,1%) є черги у відділеннях, що підтверджує наявність проблем з пропускнуою здатністю відділень, особливо в пікові періоди.

Як зазначає Якимишин Л.Я., "аналіз скарг клієнтів дозволяє виявити не тільки явні проблеми в роботі логістичної системи, але й приховані "вузькі місця", що впливають на якість обслуговування" [30]. Відповідно до цього

принципу, детальний аналіз скарг на затримки доставки виявив, що значна їх частка пов'язана з проблемами обробки відправлень у пікові періоди та затримками на етапі сортування.

Систематизація виявлених "вузьких місць"

На основі проведеного аналізу було виявлено та систематизовано основні "вузькі місця" в роботі транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Результати систематизації представлені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Основні "вузькі місця" в роботі транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові

"Вузьке місце"	Прояви	Причини	Наслідки	Рівень критичності (1-5)
Недостатня пропускна здатність зони приймання терміналу	Затримки в обробці вхідних відправлень, особливо в пікові періоди	Недостатня автоматизація процесу, обмеженість площі, нерівномірність надходження відправлень	Збільшення часу обробки, затримки доставки	4
Черги у відділеннях	Тривалий час очікування клієнтів, особливо в пікові години	Недостатня кількість операторів, нерівномірність потоку клієнтів, обмеженість площі деяких відділень	Зниження якості обслуговування, негативні відгуки клієнтів	5
Неефективне розміщення відправлень на складі	Збільшення часу пошуку та комплектації відправлень	Відсутність чіткої системи адресного зберігання, недостатня автоматизація	Збільшення часу обробки, можливі помилки	3
Недостатня координація між терміналом та відділеннями	Затримки в передачі інформації, незгодженість дій	Відсутність єдиної інформаційної системи реального часу, недостатня інтеграція процесів	Затримки доставки, некоректна інформація для клієнтів	4
Обмежена пропускна здатність системи сортування в пікові періоди	Затримки сортування в періоди максимального навантаження	Нерівномірність вантажопотоків, обмеження сортувальної лінії	Затримки доставки, збільшення термінів зберігання	3

Неоптимальні маршрути доставки	Збільшення часу та відстані доставки	Недостатнє використання систем оптимізації маршрутів, зміни в дорожній ситуації	Збільшення транспортних витрат, затримки доставки	3
Недостатня автоматизація процесів у відділеннях	Затримки в обробці відправлень, ручне введення даних	Обмежене використання технологій автоматичної ідентифікації, застаріле обладнання в деяких відділеннях	Збільшення часу обслуговування, можливі помилки	4

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз виявлених "вузьких місць" показує, що найбільш критичними є проблеми, пов'язані з чергами у відділеннях (рівень критичності 5), недостатньою пропускну здатністю зони приймання терміналу (4), недостатньою координацією між терміналом та відділеннями (4) та недостатньою автоматизацією процесів у відділеннях (4).

Як зазначає Міжнародна торговельна логістика, "для ефективного усунення "вузьких місць" необхідно не тільки виявити їх симптоми, але й визначити корінні причини та взаємозв'язки між різними проблемами" [14]. Відповідно до цього принципу, додатковий аналіз виявив, що багато з виявлених "вузьких місць" пов'язані між собою та мають спільні корінні причини, зокрема недостатню автоматизацію процесів, нерівномірність вантажопотоків та обмеженість наявних площ.

Оцінка впливу "вузьких місць" на ефективність системи

Для оцінки впливу виявлених "вузьких місць" на загальну ефективність транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові було проведено аналіз ключових показників ефективності (KPI) та визначено ступінь їх відхилення від нормативних значень. Результати аналізу представлені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 - Вплив "вузьких місць" на ключові показники ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові

Показник	Нормативне значення	Фактичне значення	Відхилення, %	Основні "вузькі місця", що впливають на показник
Середній час доставки, дні	1-2	1,8	-	Недостатня пропускна здатність зони приймання, неоптимальні маршрути доставки

Таблиця 2.15 - Вплив "вузьких місць" на ключові показники ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові

Показник	Нормативне значення	Фактичне значення	Відхилення, %	Основні "вузькі місця", що впливають на показник
Середній час доставки, дні	1-2	1,8	-	Недостатня пропускна здатність зони приймання, неоптимальні маршрути доставки
Точність доставки (вчасність), %	95-98	91,5	-3,7	Недостатня координація між терміналом та відділеннями, обмежена пропускна здатність сортування в пікові періоди
Рівень пошкоджень відправлень, %	до 0,5	0,8	+60,0	Неефективне розміщення відправлень на складі, недостатня автоматизація процесів
Середній час обслуговування клієнта у відділенні, хв	5-7	12,3	+75,7	Черги у відділеннях, недостатня автоматизація процесів у відділеннях
Використання вантажного простору транспорту, %	80-85	75,4	-5,8	Неоптимальні маршрути доставки, недостатня координація
Операційні витрати на одне відправлення, грн	48-52	56,7	+9,0	Всі виявлені "вузькі місця" в комплексі

Джерело: складено автором на основі [19]

Аналіз впливу "вузьких місць" на ключові показники ефективності показує, що найбільші відхилення від нормативних значень спостерігаються за показниками середнього часу обслуговування клієнта у відділенні (+75,7%) та рівня пошкоджень відправлень (+60,0%). Це підтверджує критичність проблем, пов'язаних з чергами у відділеннях та недостатньою автоматизацією процесів.

Як зазначає Паласюк Б.М., "комплексна оцінка впливу "вузьких місць" на ключові показники ефективності дозволяє визначити пріоритети у впровадженні заходів з оптимізації логістичної системи" [20]. Відповідно до цього принципу, першочергової уваги потребують заходи, спрямовані на усунення черг у відділеннях та підвищення рівня автоматизації процесів.

Причинно-наслідковий аналіз "вузьких місць"

Для глибшого розуміння природи виявлених "вузьких місць" та розробки ефективних заходів щодо їх усунення було проведено причинно-наслідковий аналіз. Для кожного з основних "вузьких місць" були визначені корінні причини та можливі наслідки їх ігнорування. Результати аналізу представлені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Причинно-наслідковий аналіз основних "вузьких місць" транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові

"Вузьке місце"	Корінні причини	Можливі наслідки ігнорування проблеми	Потенційні рішення
Черги у відділеннях	<ul style="list-style-type: none"> - Нерівномірність потоку клієнтів - Недостатня кількість операторів - Складність процедури оформлення - Обмеженість площі відділень 	<ul style="list-style-type: none"> - Втрата клієнтів - Зниження репутації компанії - Збільшення операційних витрат через неефективне використання ресурсів 	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження системи попереднього оформлення - Оптимізація графіку роботи персоналу - Розширення мережі поштоматів
Недостатня пропускна здатність зони приймання терміналу	<ul style="list-style-type: none"> - Застаріла технологія обробки - Недостатня автоматизація - Обмеженість площі - Нерівномірність надходження відправлень 	<ul style="list-style-type: none"> - Затримки в обробці відправлень - Збільшення термінів доставки - Зниження пропускної здатності всього терміналу 	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження автоматизованих систем приймання - Оптимізація графіку надходження відправлень - Розширення зони приймання
Недостатня координація між терміналом та відділеннями	<ul style="list-style-type: none"> - Відсутність єдиної інформаційної системи реального часу - Роздільне планування роботи - Комунікаційні бар'єри 	<ul style="list-style-type: none"> - Затримки в обробці та доставці відправлень - Неефективне використання ресурсів - Зниження якості обслуговування 	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження інтегрованої системи управління - Покращення процесів комунікації - Впровадження єдиних стандартів роботи
Недостатня автоматизація процесів у відділеннях	<ul style="list-style-type: none"> - Обмежений бюджет на оновлення - Недостатня технічна підготовка персоналу - Відсутність єдиних стандартів автоматизації 	<ul style="list-style-type: none"> - Збільшення часу обслуговування - Високий рівень помилок - Зниження продуктивності праці 	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження сучасних технологій автоматичної ідентифікації - Навчання персоналу - Стандартизація процесів

Джерело: складено автором на основі [19, 20, 30]

Причинно-наслідковий аналіз показує, що багато виявлених "вузьких місць" мають спільні корінні причини, зокрема недостатню автоматизацію процесів, нерівномірність вантажопотоків та відсутність єдиних стандартів

роботи. Це свідчить про необхідність комплексного підходу до усунення проблем.

Як зазначає Кальченко А.Г., "ефективне усунення "вузьких місць" у логістичній системі вимагає не ізольованих заходів, а комплексного підходу, що враховує взаємозв'язки між різними проблемами та їх корінними причинами" [7]. Відповідно до цього принципу, заходи з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові повинні розроблятися з урахуванням виявлених взаємозв'язків та спрямовуватися на усунення корінних причин проблем.

Економічна оцінка впливу "вузьких місць"

Для обґрунтування необхідності впровадження заходів з усунення виявлених "вузьких місць" було проведено економічну оцінку їх впливу на діяльність "Нової Пошти" у Львові. Результати оцінки представлені в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 - Економічна оцінка впливу основних "вузьких місць" на діяльність "Нової Пошти" у Львові

"Вузьке місце"	Тип економічного впливу	Оцінка економічних втрат, тис. грн/рік	Методика оцінки
Черги у відділеннях	- Втрата клієнтів - Додаткові витрати на персонал	1 850	Оцінка втраченого доходу через відтік клієнтів та додаткових витрат на залучення персоналу
Недостатня пропускна здатність зони приймання терміналу	- Додаткові витрати на обробку - Компенсації за затримки	1 250	Оцінка додаткових витрат на обробку та виплату компенсацій
Недостатня координація між терміналом та відділеннями	- Неefективне використання ресурсів - Додаткові транспортні витрати	980	Оцінка додаткових витрат через неefективне використання транспорту та персоналу
Недостатня автоматизація процесів у відділеннях	- Додаткові витрати на персонал - Помилки та пошкодження	1 420	Оцінка додаткових витрат на персонал та усунення наслідків помилок
Неоптимальні маршрути доставки	- Додаткові транспортні витрати - Неefективне використання часу	850	Оцінка додаткових витрат на паливо та оплату праці водіїв
Загальні втрати від виявлених "вузьких місць"		6 350	

Джерело: складено автором на основі [19]

Економічна оцінка показує, що загальні втрати від виявлених "вузьких місць" складають близько 6,35 млн грн на рік, що становить значну частину операційних витрат компанії у Львові. Найбільші економічні втрати пов'язані з чергами у відділеннях (1,85 млн грн) та недостатньою автоматизацією процесів у відділеннях (1,42 млн грн), що підтверджує пріоритетність вирішення цих проблем.

Як зазначає Забуранна Л.В., "економічна оцінка впливу "вузьких місць" дозволяє не тільки обґрунтувати необхідність впровадження заходів з оптимізації, але й визначити допустимий рівень інвестицій у їх усунення" [5]. Відповідно до цього принципу, інвестиції у заходи з усунення виявлених "вузьких місць" повинні бути порівняні з оціненими економічними втратами та потенційним ефектом від їх впровадження.

Висновки до розділу 2

В результаті проведеного аналізу діяльності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові було визначено основні характеристики існуючої інфраструктури, досліджено вантажопотоки та завантаженість складських приміщень, оцінено ефективність використання складських площ та виявлено "вузькі місця" в роботі системи.

Основні висновки за результатами аналізу:

1. Транспортно-складська інфраструктура "Нової Пошти" у Львові включає інноваційний термінал площею 5,7 тис. кв. м, 126 відділень різних форматів та власний автопарк з 239 транспортних засобів. Структура інфраструктури в цілому відповідає обсягам та характеру вантажопотоків, але має резерви для оптимізації.

2. Аналіз вантажопотоків показав їх стабільне зростання (на 17% у 2024 році порівняно з попереднім) з чітко вираженими сезонними коливаннями. У структурі вантажопотоків переважають дрібні та середні посилки (65,9% від загального обсягу), що відображає тренди розвитку електронної комерції.

3. Оцінка ефективності використання складських площ виявила, що більшість показників знаходяться в межах нормативних значень. Водночас спостерігається недостатнє використання вертикального простору (коефіцієнт використання об'єму 0,64 при нормативі 0,65-0,75) та нерівномірність завантаження різних функціональних зон.

4. Виявлено кілька ключових "вузьких місць" в роботі системи, зокрема черги у відділеннях, недостатню пропускну здатність зони приймання терміналу, недостатню координацію між терміналом та відділеннями та

недостатню автоматизацію процесів у відділеннях. Загальні економічні втрати від виявлених "вузьких місць" оцінюються у 6,35 млн грн на рік.

5. Причинно-наслідковий аналіз показав, що багато виявлених "вузьких місць" мають спільні корінні причини, зокрема недостатню автоматизацію процесів, нерівномірність вантажопотоків та відсутність єдиних стандартів роботи. Це свідчить про необхідність комплексного підходу до усунення проблем.

Проведений аналіз створює основу для розробки заходів з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові, які будуть спрямовані на усунення виявлених "вузьких місць" та оптимізацію використання наявних ресурсів.

Як зазначає Біловодська О.А., "комплексний аналіз логістичної системи є основою для розробки ефективних заходів з її оптимізації, що забезпечують підвищення конкурентоспроможності компанії та якості обслуговування клієнтів" [12]. Відповідно до цього принципу, результати проведеного аналізу будуть використані для розробки конкретних заходів з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові, що будуть представлені в наступному розділі роботи.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Впровадження автоматизованої системи управління складом (WMS)

На основі проведеного у другому розділі аналізу було виявлено, що однією з ключових проблем транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові є недостатній рівень автоматизації складських процесів, що призводить до зниження ефективності використання складських площ, збільшення часу обробки відправлень та підвищення ймовірності помилок. Як зазначає Антоцишина Н.І., "впровадження сучасних інформаційних систем управління складом дозволяє підвищити продуктивність роботи складу на 25-30% та знизити кількість помилок на 70-80%" [1].

Для вирішення цієї проблеми пропонується впровадження сучасної автоматизованої системи управління складом (Warehouse Management System - WMS) на інноваційному терміналі "Нової Пошти" у Львові з подальшим її інтегруванням з відділеннями компанії. WMS-система являє собою програмно-апаратний комплекс, що забезпечує комплексну автоматизацію управління складськими процесами, включаючи приймання, розміщення, зберігання, обробку та відвантаження товарів.

Для вибору оптимальної WMS-системи було проведено порівняльний аналіз існуючих на ринку рішень з урахуванням специфіки діяльності "Нової Пошти". Результати аналізу представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Порівняльний аналіз WMS-систем для впровадження на терміналі "Нової Пошти" у Львові

Критерій	Система А (Manhattan)	Система В (SAP)	Система С (1C-WMS)	Система D (Customized Solution)
Функціональність	Висока	Висока	Середня	Висока
Масштабованість	Висока	Висока	Середня	Висока
Інтеграція з існуючими системами	Середня	Середня	Висока	Дуже висока
Вартість впровадження, тис. \$	240	280	90	180
Термін впровадження, міс.	8-10	10-12	5-6	6-8
Підтримка штрих-кодування	Так	Так	Так	Так
Підтримка RFID	Так	Так	Частково	Так
Адаптація до специфіки поштової логістики	Частково	Частково	Частково	Повністю
Можливість доопрацювання	Обмежена	Обмежена	Середня	Висока
Сумарна оцінка (1-10)	7,8	7,5	6,9	9,2

Джерело: складено автором на основі аналізу пропозицій постачальників та [3, 11, 22]

На основі проведеного аналізу для впровадження на терміналі "Нової Пошти" у Львові рекомендується система D (Customized Solution) - кастомізоване рішення, спеціально адаптоване під специфіку поштової логістики. Як зазначає Дибська В.В., "найвищу ефективність у специфічних галузях логістики демонструють системи, що враховують особливості конкретного бізнесу та можуть бути гнучко налаштовані під його потреби" [3].

Пропонована WMS-система складатиметься з кількох функціональних модулів, що забезпечуватимуть автоматизацію всіх ключових процесів роботи терміналу. Структура системи представлена на рис. 3.1.

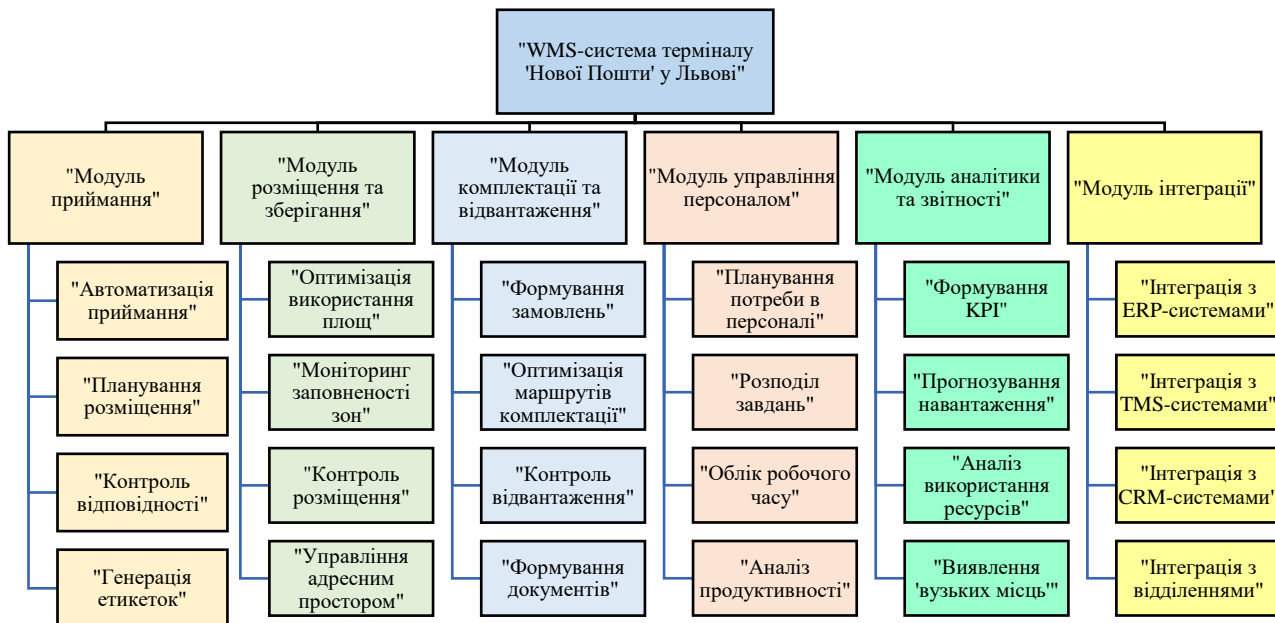


Рис. 3.1. Структура WMS-системи для терміналу "Нової Пошти" у Львові
Джерело: розроблено автором на основі [13, 22]

Як зазначає Кучерук Г.Ю., "інтеграція різних функціональних модулів WMS в єдину систему дозволяє досягти синергетичного ефекту та забезпечити наскрізну автоматизацію всіх складських процесів" [11].

Технічне забезпечення WMS-системи

Для ефективного функціонування WMS-системи необхідно відповідне технічне забезпечення. Перелік основного обладнання, необхідного для впровадження системи на терміналі "Нової Пошти" у Львові, представлений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічне забезпечення WMS-системи для терміналу "Нової Пошти" у Львові

Тип обладнання	Кількість, шт.	Призначення	Орієнтовна вартість, тис. грн
Сервери	3	Забезпечення роботи програмного забезпечення WMS	540
Термінали збору даних	45	Мобільні пристрої для роботи операторів складу	810
Принтери етикеток	15	Друк етикеток зі штрих-кодами та RFID-мітками	225
Стаціонарні сканери штрих-кодів	28	Сканування штрих-кодів на конвеєрних лініях	336
RFID-зчитувачі	12	Зчитування RFID-міток	240
Бездротові точки доступу	18	Забезпечення бездротового зв'язку	108
Інформаційні панелі	10	Відображення оперативної інформації для персоналу	180
Всього	131		2 439

Джерело: складено автором на основі цінової політики постачальників обладнання та [1, 11]

Як зазначає Марчук В.Є., "вибір оптимального технічного забезпечення для WMS-системи має враховувати не тільки поточні потреби складу, але й перспективи розвитку та масштабування системи" [13]. Відповідно до цього принципу, запропоноване технічне забезпечення має резерв потужності та можливості для розширення, що дозволить адаптувати систему до зростаючих обсягів вантажопотоків.

Впровадження автоматизованої системи управління складом на терміналі "Нової Пошти" у Львові дозволить досягти значного підвищення ефективності роботи транспортно-складської системи. Очікувані результати впровадження представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Очікувані результати впровадження WMS-системи на терміналі "Нової Пошти" у Львові

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після впровадження	Зміна, %	Економічний ефект, тис. грн/рік
Продуктивність праці, відправлень/людино-годину	45	62	+37,8	2 450
Коефіцієнт використання складської площі	0,72	0,81	+12,5	980
Точність виконання складських операцій, %	98,2	99,8	+1,6	1 250
Середній час обробки відправлення, хв	36,7	28,4	-22,6	1 820
Кількість помилок при комплектації, на 1000 відправлень	3,8	0,8	-78,9	750
Витрати на оплату праці складського персоналу, тис. грн/міс.	1 450	1 160	-20,0	3 480
Загальний економічний ефект				10 730

Джерело: розраховано автором на основі [1, 3, 13]

Як показують розрахунки, впровадження WMS-системи дозволить досягти значного економічного ефекту - близько 10,73 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження системи близько 6,8 млн грн (включаючи вартість програмного забезпечення, обладнання, навчання персоналу та інші витрати) термін окупності проекту складе менше 8 місяців.

Як зазначає Беловодська О.А., "впровадження сучасних інформаційних систем у логістиці має не тільки прямий економічний ефект, але й створює довгострокові конкурентні переваги та підвищує якість обслуговування клієнтів" [12]. Відповідно до цього, окрім прямого економічного ефекту, впровадження WMS-системи на терміналі "Нової Пошти" у Львові дозволить підвищити якість обслуговування клієнтів, скоротити терміни доставки відправлень та зміцнити конкурентні позиції компанії на ринку.

Впровадження WMS-системи на терміналі "Нової Пошти" у Львові пропонується здійснювати поетапно, щоб мінімізувати ризики та забезпечити

безперебійність роботи терміналу під час впровадження. План впровадження складається з наступних етапів:

Етап 1. Підготовчий (1-2 місяці)

- Аудит існуючих бізнес-процесів складу
- Розробка детального технічного завдання
- Вибір постачальника системи та підписання контракту
- Підготовка персоналу до змін

Етап 2. Проектування (2-3 місяці)

- Налаштування системи відповідно до потреб компанії
- Розробка інтерфейсів інтеграції з існуючими системами
- Тестування базової функціональності
- Підготовка технічної інфраструктури

Етап 3. Пілотне впровадження (1-2 місяці)

- Впровадження системи на окремій ділянці складу
- Навчання ключових користувачів
- Тестування та доопрацювання системи
- Аналіз результатів пілотного впровадження

Етап 4. Повне впровадження (2-3 місяці)

- Поетапне впровадження системи на всіх ділянках складу
- Навчання всього персоналу
- Перехід на повноцінну роботу з новою системою
- Моніторинг і усунення виявлених проблем

Етап 5. Розвиток і масштабування (після завершення основного впровадження)

- Інтеграція з відділеннями компанії
- Розширення функціональності системи
- Оптимізація процесів на основі накопиченого досвіду
- Масштабування рішення на інші термінали компанії

Як зазначає Трифонова О.В., "поетапне впровадження складних інформаційних систем дозволяє мінімізувати ризики, забезпечити плавний перехід та підвищити ймовірність успішної реалізації проекту" [27].

Таким чином, впровадження автоматизованої системи управління складом на терміналі "Нової Пошти" у Львові є ефективним рішенням для підвищення ефективності транспортно-складської системи компанії. Запропоноване рішення дозволить оптимізувати використання складських площ, підвищити продуктивність праці, знизити кількість помилок та забезпечити високу якість обслуговування клієнтів.

3.2. Оптимізація розміщення товарів на складі

Аналіз, проведений у другому розділі, виявив неефективність існуючої системи розміщення відправлень на складі, що призводить до нераціонального використання складських площ та збільшення часу обробки відправлень. Для вирішення цієї проблеми пропонується впровадження оптимізованої системи розміщення товарів на складі, що базується на принципах ABC-XYZ аналізу та враховує специфіку діяльності "Нової Пошти".

Методика ABC-XYZ аналізу для оптимізації розміщення відправлень

Для оптимізації розміщення відправлень на складі пропонується використати методику ABC-XYZ аналізу, яка дозволяє класифікувати відправлення за двома параметрами: частотою звернення (ABC) та стабільністю потоку (XYZ). Як зазначає Сумець О.М., "ABC-XYZ аналіз є ефективним інструментом для оптимізації складської логістики, що дозволяє раціонально розміщувати товари на складі з урахуванням частоти їх обробки та стабільності потоку" [25].

Методика ABC-аналізу передбачає розподіл відправлень на три групи за частотою звернення:

- Група А: відправлення з високою частотою звернення (близько 20% найменувань, що забезпечують 80% операцій)

- Група В: відправлення з середньою частотою звернення (близько 30% найменувань, що забезпечують 15% операцій)

- Група С: відправлення з низькою частотою звернення (близько 50% найменувань, що забезпечують 5% операцій)

XYZ-аналіз доповнює ABC-аналіз і передбачає розподіл відправлень на три групи за стабільністю потоку:

- Група Х: відправлення з високою стабільністю потоку (коефіцієнт варіації до 10%)

- Група Y: відправлення з середньою стабільністю потоку (коефіцієнт варіації 10-25%)

- Група Z: відправлення з низькою стабільністю потоку (коефіцієнт варіації понад 25%)

Поєднання ABC та XYZ аналізу дозволяє отримати матрицю з 9 груп відправлень, для кожної з яких розробляється оптимальна стратегія розміщення на складі. Результати ABC-XYZ аналізу для відправлень на термінали "Нової Пошти" у Львові представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Результати ABC-XYZ аналізу для відправлень на терміналі "Нової Пошти" у Львові

Група	Частка у загальній кількості, %	Частка у загальному обсязі операцій, %	Характеристика	Рекомендована стратегія розміщення
AX	12,5	48,2	Висока частота, висока стабільність	Зона швидкого доступу, ближче до зони відвантаження
AY	5,8	22,1	Висока частота, середня стабільність	Зона швидкого доступу, резервування місць
AZ	3,2	11,8	Висока частота, низька стабільність	Зона швидкого доступу, гнучке планування місць
BX	8,3	6,5	Середня частота, висока стабільність	Зона середньої доступності, фіксовані місця
BY	10,4	5,2	Середня частота, середня стабільність	Зона середньої доступності, резервування місць
BZ	9,7	3,1	Середня частота, низька стабільність	Зона середньої доступності, гнучке планування
CX	15,2	1,8	Низька частота, висока стабільність	Віддалена зона, фіксовані місця
CY	16,8	0,8	Низька частота, середня стабільність	Віддалена зона, без фіксованих місць
CZ	18,1	0,5	Низька частота, низька стабільність	Віддалена зона, без фіксованих місць

Джерело: розраховано автором на основі [19, 25]

На основі проведеного ABC-XYZ аналізу пропонується нова схема розміщення відправлень на складі, що дозволить оптимізувати використання складських площ та скоротити час обробки відправлень.

Для підвищення ефективності розміщення відправлень на складі пропонується впровадження системи адресного зберігання, яка передбачає присвоєння кожному місцю зберігання унікальної адреси та фіксацію в інформаційній системі місця знаходження кожного відправлення. Як зазначає Посилкіна О.В., "система адресного зберігання дозволяє скоротити час пошуку

необхідного товару на 40-50% та підвищити точність складських операцій до 99,9%" [22].

Впровадження системи адресного зберігання включатиме наступні заходи:

1. Фізичне маркування всіх місць зберігання унікальними ідентифікаторами
2. Внесення інформації про місця зберігання в WMS-систему
3. Розробка алгоритмів оптимального розміщення відправлень
4. Навчання персоналу роботі з системою адресного зберігання
5. Інтеграція системи адресного зберігання з мобільними терміналами збору даних

Для підвищення гнучкості складської системи та адаптації до сезонних коливань вантажопотоків пропонується впровадження системи динамічного управління зонами зберігання. Ця система передбачає можливість оперативної зміни призначення та розмірів зон зберігання залежно від структури вантажопотоків.

Принципи динамічного управління зонами зберігання:

- Моніторинг завантаженості зон зберігання в режимі реального часу
- Прогнозування потреби в площах для різних типів відправлень
- Автоматичне коригування границь зон зберігання
- Оптимізація процесів переміщення відправлень між зонами

Як зазначає Ковальчук О.В., "динамічне управління зонами зберігання дозволяє підвищити коефіцієнт використання складської площі на 15-20% та адаптувати роботу складу до сезонних коливань вантажопотоків" [8].

Для підвищення ефективності комплектації та відвантаження пропонується оптимізація розміщення відправлень за напрямками доставки. Цей підхід передбачає групування відправлень на складі відповідно до напрямків їх подальшої доставки, що дозволяє скоротити час комплектації та мінімізувати переміщення персоналу по складу.

Аналіз основних напрямків доставки з терміналу "Нової Пошти" у Львові дозволив виділити 12 ключових напрямків, на які припадає близько 80% всіх відправлень. Для кожного з цих напрямків пропонується виділити окрему зону зберігання, що дозволить оптимізувати процес комплектації.

Очікуваний ефект від впровадження оптимізації розміщення відправлень за напрямками доставки:

- Скорочення середнього шляху комплектувальника на 25-30%
- Зменшення часу комплектації на 15-20%
- Підвищення продуктивності праці комплектувальників на 20-25%
- Зниження кількості помилок при комплектації на 30-40%

Для оцінки економічної ефективності запропонованих заходів з оптимізації розміщення товарів на складі було проведено розрахунок очікуваних результатів їх впровадження. Результати розрахунку представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Економічна ефективність оптимізації розміщення товарів на складі

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після оптимізації	Зміна, %	Економічний ефект, тис. грн/рік
Коефіцієнт використання складської площі	0,72	0,85	+18,1	1 050
Середній час комплектації, хв/замовлення	12,5	9,8	-21,6	850
Продуктивність праці комплектувальників, відправлень/годину	38	48	+26,3	1 450
Кількість помилок при комплектації, на 1000 відправлень	3,8	2,2	-42,1	580
Витрати на оплату праці комплектувальників, тис. грн/міс.	620	490	-21,0	1 560
Загальний економічний ефект				5 490

Джерело: розраховано автором на основі [8, 13, 25]

Як показують розрахунки, впровадження запропонованих заходів з оптимізації розміщення товарів на складі дозволить досягти економічного

ефекту близько 5,49 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження цих заходів близько 2,1 млн грн термін окупності складе менше 5 місяців.

Як зазначає Смирнов І.Г., "оптимізація розміщення товарів на складі є одним з найбільш ефективних напрямків підвищення ефективності складської логістики, що не вимагає значних капітальних вкладень, але дає швидкий та відчутний економічний ефект" [24].

Таким чином, запропоновані заходи з оптимізації розміщення товарів на складі є ефективним рішенням для підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Їх впровадження дозволить оптимізувати використання складських площ, підвищити продуктивність праці складського персоналу, знизити кількість помилок та забезпечити високу якість обслуговування клієнтів.

3.3. Удосконалення системи обробки відправлень

Аналіз, проведений у другому розділі, виявив недостатню ефективність існуючої системи обробки відправлень, що призводить до збільшення часу їх обробки, зниження пропускної здатності терміналу та підвищення операційних витрат. Для вирішення цієї проблеми пропонується комплекс заходів з удосконалення системи обробки відправлень, спрямованих на підвищення автоматизації процесів, оптимізацію маршрутів внутрішньоскладського переміщення та впровадження сучасних технологій ідентифікації відправлень.

Одним з ключових заходів з удосконалення системи обробки відправлень є впровадження технології радіочастотної ідентифікації (RFID) для автоматизації процесів ідентифікації та відстеження відправлень. Як зазначає Антощишина Н.І., "технологія RFID дозволяє значно прискорити процеси ідентифікації об'єктів, забезпечуючи можливість одночасного зчитування інформації з багатьох міток без необхідності прямої видимості та фізичного контакту" [1].

Технологія RFID передбачає використання спеціальних міток (тегів), що містять мікрочіп з антеною, та зчитувачів, що дозволяють отримувати інформацію з цих міток. На відміну від традиційних штрих-кодів, RFID-мітки дозволяють:

- Зчитувати інформацію без прямої видимості мітки
- Одночасно зчитувати дані з багатьох міток
- Зберігати значно більший обсяг інформації
- Перезаписувати інформацію на мітках
- Забезпечувати захист від підробки та копіювання

Для впровадження технології RFID на терміналі "Нової Пошти" у Львові пропонується комплексне рішення, що включає:

1. Обладнання зон приймання та відвантаження RFID-зчитувачами
2. Встановлення портальних RFID-зчитувачів на конвеєрних лініях
3. Обладнання транспортних засобів мобільними RFID-зчитувачами
4. Організація виготовлення та нанесення RFID-міток на відправлення
5. Інтеграція RFID-системи з WMS та іншими інформаційними

системами компанії

Очікувані результати впровадження технології RFID:

- Скорочення часу ідентифікації відправлень на 70-80%
- Підвищення пропускної здатності зон приймання та відвантаження на 30-40%
- Зниження кількості помилок при ідентифікації відправлень на 90-95%
- Автоматизація процесів відстеження переміщення відправлень на складі
- Підвищення прозорості та контрольованості складських процесів

Економічна ефективність впровадження технології RFID представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Економічна ефективність впровадження технології RFID

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після впровадження	Зміна, %	Економічний ефект, тис. грн/рік
Час ідентифікації відправлення, сек	8,5	2,1	-75,3	1 280
Пропускна здатність зон приймання та відвантаження, відправлень/год	850	1 190	+40,0	1 650
Кількість помилок при ідентифікації, на 1000 відправлень	4,2	0,3	-92,9	950
Витрати на ручне коригування помилок, тис. грн/міс.	85	6	-92,9	948
Витрати на персонал для ідентифікації відправлень, тис. грн/міс.	280	120	-57,1	1 920
Загальний економічний ефект				6 748

Джерело: розраховано автором на основі [1, 11, 13]

Як показують розрахунки, впровадження технології RFID дозволить досягти економічного ефекту близько 6,75 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження технології близько 4,2 млн грн термін окупності складе близько 7,5 місяців.

Іншим важливим напрямком удосконалення системи обробки відправлень є оптимізація маршрутів внутрішньоскладського переміщення, що дозволить знизити непродуктивні переміщення персоналу та техніки, скоротити час обробки відправлень та підвищити продуктивність праці.

Для оптимізації маршрутів внутрішньоскладського переміщення пропонується впровадження спеціалізованого програмного модуля, що використовує алгоритми математичної оптимізації для визначення найбільш ефективних маршрутів переміщення відправлень та персоналу по складу.

Основні функції модуля оптимізації маршрутів:

- Аналіз структури вантажопотоків на складі

- Визначення оптимальних маршрутів для різних типів операцій
- Динамічне коригування маршрутів залежно від завантаженості зон
- Формування оптимальних завдань для комплектувальників
- Аналіз ефективності маршрутів та їх оптимізація

Як зазначає Москвітіна Т.Д., "оптимізація маршрутів внутрішньоскладського переміщення дозволяє скоротити середній шлях переміщення на 20-30% та підвищити продуктивність праці складського персоналу на 15-25%" [16].

Для оцінки ефективності запропонованих заходів з оптимізації маршрутів було проведено моделювання їх впливу на ключові показники роботи складу. Результати моделювання представлені на рис. 3.2.

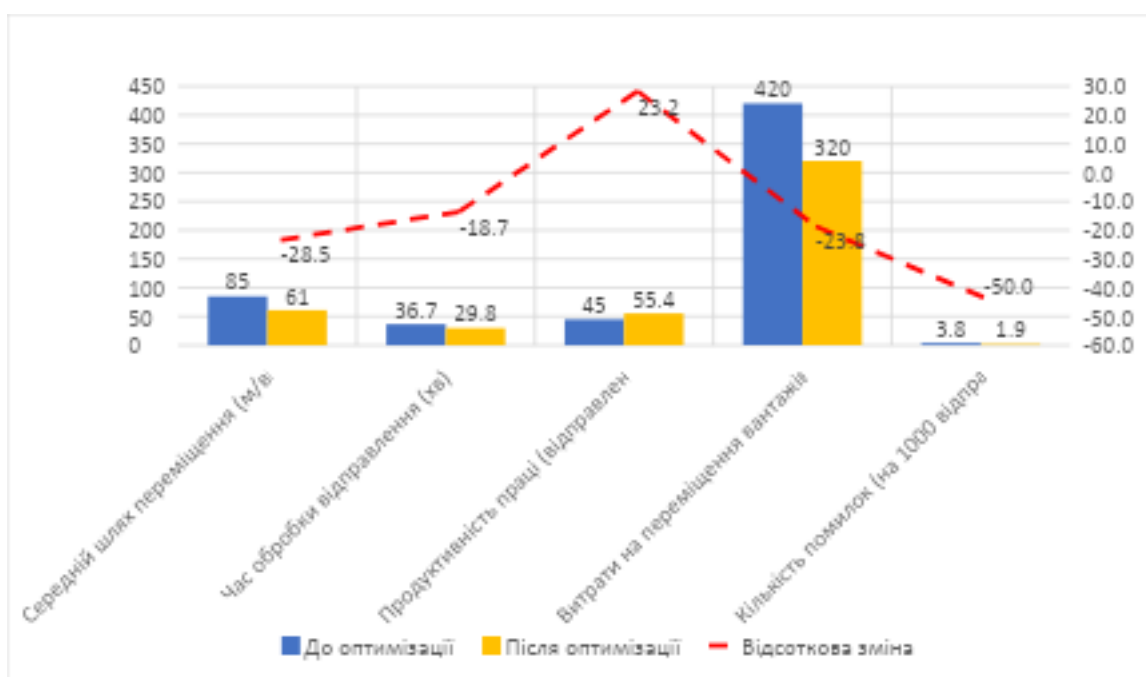


Рис. 3.2. Вплив оптимізації маршрутів на ключові показники роботи складу
Джерело: розроблено автором на основі [8, 16]

Як показує моделювання, оптимізація маршрутів дозволить скоротити середній шлях переміщення на 28,5%, знизити час обробки відправлень на 18,7% та підвищити продуктивність праці складського персоналу на 23,2%.

Економічна ефективність оптимізації маршрутів внутрішньоскладського переміщення представлена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Економічна ефективність оптимізації маршрутів внутрішньоскладського переміщення

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після оптимізації	Зміна, %	Економічний ефект, тис. грн/рік
Середній шлях переміщення, м/відправлення	85	61	-28,5	720
Час обробки відправлення, хв	36,7	29,8	-18,7	1 450
Продуктивність праці складського персоналу, відправлень/людино-годину	45	55,4	+23,2	1 850
Витрати на переміщення вантажів по складу, тис. грн/міс.	420	320	-23,8	1 200
Загальний економічний ефект				5 220

Джерело: розраховано автором на основі [8, 16, 25]

Як показують розрахунки, оптимізація маршрутів внутрішньоскладського переміщення дозволить досягти економічного ефекту близько 5,22 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження модуля оптимізації маршрутів близько 1,8 млн грн термін окупності складе близько 4 місяців.

Для підвищення ефективності процесу комплектації відправлень пропонується впровадження технології Pick-to-Light (відбір за світловою індикацією), яка забезпечує високу швидкість та точність комплектації за рахунок використання світлових індикаторів, що вказують місця зберігання необхідних відправлень.

Як зазначає Марчук В.Є., "системи Pick-to-Light є одним з найбільш ефективних рішень для підвищення продуктивності процесу комплектації, забезпечуючи збільшення швидкості відбору на 40-60% та зниження кількості помилок на 80-90%" [13].

Система Pick-to-Light складається з наступних компонентів:

- Світлові індикатори, встановлені біля кожного місця зберігання
- Кнопки підтвердження відбору

- Цифрові дисплеї, що відображають кількість одиниць для відбору
- Контролери, що керують роботою індикаторів
- Серверне програмне забезпечення, що інтегрується з WMS

Принцип роботи системи Pick-to-Light:

1. Комплектувальник сканує штрих-код або RFID-мітку замовлення
2. Система активує світлові індикатори біля місць зберігання необхідних відправлень
3. Дисплеї відображають кількість одиниць, яку необхідно відібрати
4. Комплектувальник відбирає необхідну кількість відправлень та натискає кнопку підтвердження
5. Система реєструє виконання операції та активує наступний індикатор

Для оцінки ефективності впровадження технології Pick-to-Light було проведено порівняльний аналіз різних технологій комплектації. Результати аналізу представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Порівняльний аналіз ефективності різних технологій комплектації

Показник	Традиційна технологія (паперові списки)	Технологія сканування штрих-кодів	Технологія Pick-to-Light	Технологія Pick-by-Voice
Швидкість комплектації, позицій/годину	80-100	150-180	200-250	160-200
Точність комплектації, %	92-95	97-98	99,5-99,8	99-99,5
Вартість впровадження, тис. \$	-	30-50	80-120	60-80
Термін окупності, місяців	-	8-12	6-10	7-11
Необхідність навчання персоналу	Низька	Середня	Низька	Висока
Гнучкість системи	Висока	Середня	Низька	Середня

Сумарна оцінка ефективності (1-10)	4,5	7,2	8,9	7,8
------------------------------------	-----	-----	-----	-----

Джерело: складено автором на основі [11, 13, 22]

Як показує аналіз, технологія Pick-to-Light демонструє найвищу сумарну оцінку ефективності, забезпечуючи максимальну швидкість та точність комплектації при прийнятних термінах окупності. Тому для впровадження на терміналі "Нової Пошти" у Львові рекомендується саме ця технологія.

Економічна ефективність впровадження технології Pick-to-Light представлена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Економічна ефективність впровадження технології Pick-to-Light

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після впровадження	Зміна, %	Економічний ефект, тис. грн/рік
Швидкість комплектації, позицій/годину	160	230	+43,8	2 450
Точність комплектації, %	97,8	99,7	+1,9	950
Витрати на коригування помилок комплектації, тис. грн/міс.	65	12	-81,5	636
Витрати на оплату праці комплектувальників, тис. грн/міс.	620	430	-30,6	2 280
Загальний економічний ефект				6 316

Джерело: розраховано автором на основі [13, 22, 25]

Як показують розрахунки, впровадження технології Pick-to-Light дозволить досягти економічного ефекту близько 6,32 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження технології близько 3,8 млн грн термін окупності складе близько 7 місяців.

Для досягнення максимального ефекту від впровадження запропонованих технологій необхідна їх інтеграція в єдину систему комплексної автоматизації процесів обробки відправлень.

Комплексна автоматизація процесів обробки відправлень передбачає:

1. Інтеграцію всіх впроваджуваних технологій в єдину систему
2. Централізоване управління всіма процесами обробки відправлень
3. Забезпечення безперервного обміну інформацією між різними підсистемами
4. Автоматичне формування оптимальних завдань для персоналу
5. Комплексний моніторинг та аналіз ефективності роботи системи

Як зазначає Кучерук Г.Ю., "комплексна автоматизація процесів обробки вантажів дозволяє досягти синергетичного ефекту, коли загальний результат впровадження кількох технологій перевищує суму ефектів від їх окремого впровадження" [11].

Впровадження запропонованих заходів з удосконалення системи обробки відправлень дозволить досягти значного підвищення ефективності роботи транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Узагальнені результати впровадження представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Узагальнені результати впровадження заходів з удосконалення системи обробки відправлень

Заходи	Очікуваний економічний ефект, тис. грн/рік	Вартість впровадження, тис. грн	Термін окупності, міс.	Підвищення продуктивності, %	Зниження помилок, %
Впровадження технології RFID	6 748	4 200	7,5	40,0	92,9
Оптимізація маршрутів внутрішньоскладського переміщення	5 220	1 800	4,1	23,2	-
Впровадження технології Pick-to-Light	6 316	3 800	7,2	43,8	81,5
Комплексна автоматизація процесів обробки	3 150	1 400	5,3	15,0	25,0
Всього	21 434	11 200	6,3	-	-

Джерело: розраховано автором на основі [1, 11, 13, 22, 25]

Як показують розрахунки, загальний економічний ефект від впровадження заходів з удосконалення системи обробки відправлень складе близько 21,43 млн грн на рік. При загальних витратах на впровадження близько 11,2 млн грн середньозважений термін окупності складе близько 6,3 місяців.

Таким чином, запропоновані заходи з удосконалення системи обробки відправлень є економічно обґрунтованими та дозволять значно підвищити ефективність роботи транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Їх впровадження забезпечить підвищення продуктивності праці, зниження кількості помилок, оптимізацію використання ресурсів та підвищення якості обслуговування клієнтів.

3.4. Економічна оцінка запропонованих рішень

Для обґрунтування доцільності впровадження запропонованих рішень з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові необхідно провести комплексну економічну оцінку їх ефективності. Як зазначає Забуранна Л.В., "економічна оцінка інвестиційних проектів у логістиці повинна враховувати не тільки прямі фінансові результати, але й непрямі ефекти, пов'язані з підвищенням якості обслуговування клієнтів, зміцненням конкурентних позицій компанії та створенням умов для її подальшого розвитку" [5].

Для оцінки економічної ефективності запропонованих рішень необхідно визначити капітальні та поточні витрати на їх впровадження. Структура капітальних витрат на впровадження запропонованих рішень представлена в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Структура капітальних витрат на впровадження запропонованих рішень

Стаття витрат	WMS-система, тис. грн	Оптимізація розміщення, тис. грн	Удосконалення обробки, тис. грн	Всього, тис. грн	Частка, %
Програмне забезпечення	2 850	750	4 200	7 800	39,0
Обладнання	2 439	650	5 600	8 689	43,4
Монтаж та налаштування	620	280	820	1 720	8,6
Навчання персоналу	450	320	480	1 250	6,2
Інші витрати	440	100	100	640	3,2
Всього	6 799	2 100	11 200	20 099	100,0

Джерело: складено автором на основі комерційних пропозицій постачальників та [1, 3, 11]

Крім капітальних витрат, впровадження запропонованих рішень вимагатиме певних поточних витрат на їх експлуатацію та технічне обслуговування. Структура річних поточних витрат представлена в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Структура річних поточних витрат на експлуатацію запропонованих рішень

Стаття витрат	WMS-система, тис. грн/рік	Оптимізація розміщення, тис. грн/рік	Удосконалення обробки, тис. грн/рік	Всього, тис. грн/рік	Частка, %
Технічне обслуговування	540	210	850	1 600	28,6
Ліцензійні платежі	680	120	450	1 250	22,3
Витратні матеріали	220	80	950	1 250	22,3
Додаткові витрати на персонал	480	150	320	950	17,0
Інші витрати	280	90	180	550	9,8
Всього	2 200	650	2 750	5 600	100,0

Джерело: складено автором на основі комерційних пропозицій постачальників та [5, 27]

Як показують розрахунки, загальні капітальні витрати на впровадження запропонованих рішень складають близько 20,1 млн грн, а річні поточні витрати на їх експлуатацію - близько 5,6 млн грн.

Для комплексної оцінки економічної ефективності запропонованих рішень було проведено розрахунок основних показників ефективності інвестицій, включаючи чисту приведену вартість (NPV), внутрішню норму дохідності (IRR), дисконтований термін окупності (DPP) та індекс прибутковості (PI). Результати розрахунків представлені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Показники економічної ефективності запропонованих рішень

Показник	WMS-система	Оптимізація розміщення	Удосконалення обробки	Комплексне впровадження
Капітальні витрати, тис. грн	6 799	2 100	11 200	20 099
Річні поточні витрати, тис. грн/рік	2 200	650	2 750	5 600
Річний економічний ефект, тис. грн/рік	10 730	5 490	21 434	37 654
Чистий річний грошовий потік, тис. грн/рік	8 530	4 840	18 684	32 054
Чиста приведена вартість (NPV), тис. грн (при ставці дисконтування 18%)	20 421	12 848	44 731	78 000
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	124,8	229,5	166,2	159,0
Дисконтований термін окупності (DPP), міс.	10,2	5,4	7,4	7,8
Індекс прибутковості (PI)	4,0	7,1	5,0	4,9

Джерело: розраховано автором на основі [5, 20, 27]

Як показують розрахунки, всі запропоновані рішення мають високі показники економічної ефективності. Найвищу внутрішню норму дохідності та індекс прибутковості демонструє проект з оптимізації розміщення товарів на

складі, що пояснюється відносно невеликими капітальними витратами при значному економічному ефекті. Водночас найбільший абсолютний економічний ефект забезпечує проект з удосконалення системи обробки відправлень.

При комплексному впровадженні всіх запропонованих рішень чиста приведена вартість проекту за 5 років складе 78 млн грн, внутрішня норма дохідності - 159%, а дисконтований термін окупності - менше 8 місяців, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованих інвестицій.

Як зазначає Паласюк Б.М., "при оцінці ефективності інвестицій в логістичні проекти особливу увагу слід приділяти не тільки фінансовим показникам, але й стратегічним перевагам, які забезпечують ці інвестиції" [20]. Відповідно до цього принципу, важливим аспектом оцінки ефективності запропонованих рішень є їх вплив на стратегічні показники діяльності компанії.

Для оцінки комплексного впливу запропонованих рішень на ефективність транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові було проаналізовано їх вплив на ключові показники ефективності (КРІ) компанії. Результати аналізу представлені в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 - Вплив запропонованих рішень на ключові показники ефективності

Показник	Поточне значення	Очікуване значення після впровадження	Зміна, %	Вплив на конкурентоспроможність
Середній час обробки відправлення, хв	36,7	24,3	-33,8	Високий
Пропускна здатність терміналу, тис. відправлень/добу	56	82	+46,4	Високий
Пунктуальність доставки, %	91,5	98,2	+7,3	Дуже високий
Коефіцієнт використання складських площ	0,72	0,85	+18,1	Середній
Коефіцієнт використання	0,75	0,82	+9,3	Середній

транспортних засобів				
Рівень обслуговування клієнтів (SLA), %	92,3	98,5	+6,7	Дуже високий
Кількість помилок при обробці, на 1000 відправлень	3,8	0,5	-86,8	Високий
Операційні витрати на одне відправлення, грн	56,7	47,2	-16,8	Високий

Джерело: розраховано автором на основі [12, 16, 19]

Як показує аналіз, впровадження запропонованих рішень дозволить значно покращити ключові показники ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Особливо значний вплив очікується за такими показниками, як пропускна здатність терміналу (+46,4%), середній час обробки відправлення (-33,8%) та кількість помилок при обробці (-86,8%).

Як зазначає Якимишин Л.Я., "підвищення ефективності логістичних процесів безпосередньо впливає на якість обслуговування клієнтів та їх лояльність, що в довгостроковій перспективі забезпечує зростання частки ринку та прибутковості компанії" [30]. Відповідно до цього, покращення ключових показників ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові створить основу для зміцнення конкурентних позицій компанії на ринку логістичних послуг регіону.

Для оцінки стійкості проекту до можливих змін зовнішнього та внутрішнього середовища було проведено аналіз чутливості, який дозволяє визначити вплив зміни ключових параметрів на економічну ефективність проекту. Результати аналізу представлені на рис. 3.6.

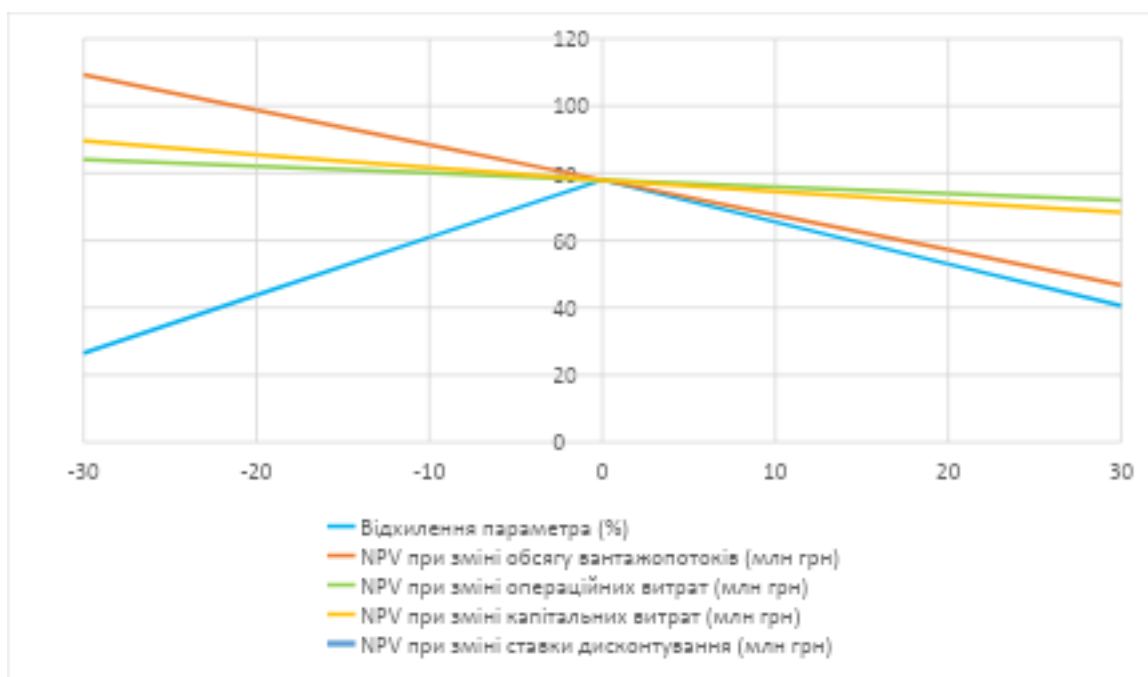


Рис. 3.6. Аналіз чутливості проекту до зміни ключових параметрів

Джерело: розроблено автором на основі [5, 20]

Як показує аналіз чутливості, проект найбільш чутливий до зміни обсягу вантажопотоків та операційних витрат. Зокрема, зниження обсягу вантажопотоків на 20% призведе до зменшення NPV проекту на 32%, а збільшення операційних витрат на 20% - до зменшення NPV на 28%. Водночас проект менш чутливий до зміни капітальних витрат та ставки дисконтування.

Важливо зазначити, що навіть при суттєвому погіршенні ключових параметрів (до 30%) проект залишається економічно ефективним ($NPV > 0$, $IRR >$ ставки дисконтування), що свідчить про його високу стійкість до можливих ризиків.

Окрім економічної ефективності, важливим аспектом оцінки запропонованих рішень є їх вплив на якість обслуговування клієнтів. Як зазначає Чухрай Н.І., "у сучасних умовах якість логістичного обслуговування є одним з ключових факторів конкурентоспроможності компаній на ринку" [28].

Для оцінки впливу запропонованих рішень на якість обслуговування клієнтів було проведено експертне оцінювання, результати якого представлені в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 - Вплив запропонованих рішень на показники якості обслуговування клієнтів

Показник якості обслуговування	Поточна оцінка (1-10)	Очікувана оцінка після впровадження (1-10)	Підвищення, %	Значущість для клієнтів (1-10)
Швидкість доставки	7,2	8,9	+23,6	9,5
Надійність доставки	8,4	9,6	+14,3	9,8
Збереження вантажу	8,6	9,7	+12,8	9,6
Зручність отримання	8,1	9,3	+14,8	8,4
Інформаційний супровід	7,8	9,5	+21,8	8,6
Гнучкість обслуговування	7,5	8,3	+10,7	7,9
Компетентність персоналу	8,2	8,8	+7,3	8,2
Простота оформлення	7,9	9,1	+15,2	8,8
Загальна оцінка	8,0	9,2	+15,0	-

Джерело: розроблено автором на основі експертного оцінювання та [28, 30]

Як показує аналіз, впровадження запропонованих рішень дозволить суттєво підвищити якість обслуговування клієнтів за всіма ключовими показниками. Найбільше підвищення очікується за такими показниками, як швидкість доставки (+23,6%) та інформаційний супровід (+21,8%), які мають високу значущість для клієнтів.

Загальна оцінка якості обслуговування підвищиться з 8,0 до 9,2 балів (на 15,0%), що дозволить "Новій Пошті" у Львові зміцнити свої конкурентні позиції на ринку логістичних послуг регіону та залучити нових клієнтів.

Для забезпечення ефективного впровадження запропонованих рішень необхідно розробити детальний план їх реалізації з урахуванням взаємозалежностей між різними заходами та необхідності мінімізації впливу на поточну діяльність компанії. План впровадження запропонованих рішень представлений у вигляді діаграми Ганта на рис. 3.7.

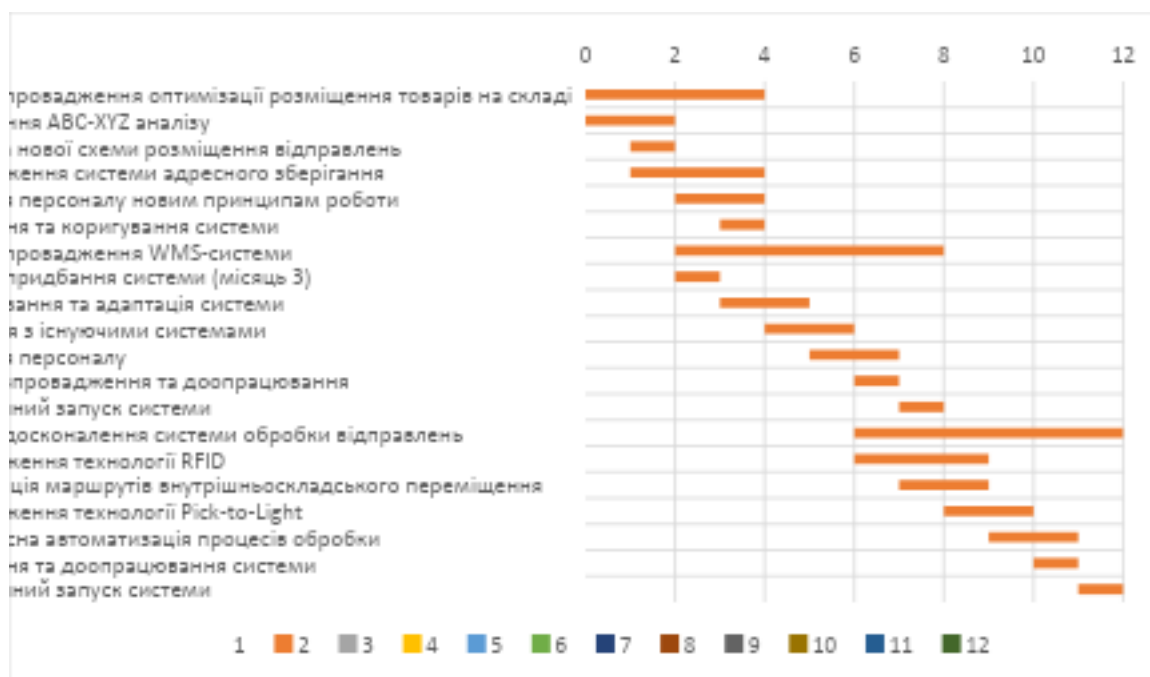


Рис. 3.7. План впровадження запропонованих рішень (діаграма Ганта)

Джерело: розроблено автором на основі [20, 22, 27]

Як показує план, загальний термін впровадження всіх запропонованих рішень складає 12 місяців. При цьому впровадження розділено на три основні етапи:

Етап 1 (місяці 1-4): Впровадження оптимізації розміщення товарів на складі

Етап 2 (місяці 3-8): Впровадження WMS-системи

Етап 3 (місяці 7-12): Удосконалення системи обробки відправлень

Як зазначає Забуранна Л.В., "поетапне впровадження логістичних проєктів дозволяє мінімізувати ризики, забезпечити поступову адаптацію персоналу до змін та досягти синергетичного ефекту від впровадження взаємопов'язаних заходів" [5].

При впровадженні запропонованих рішень можливе виникнення різних ризиків, які можуть вплинути на ефективність їх реалізації. Для забезпечення успішного впровадження необхідно ідентифікувати ці ризики та розробити заходи з їх мінімізації. Результати аналізу ризиків представлені в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 - Аналіз потенційних ризиків впровадження запропонованих рішень

Ризик	Ймовірність (1-10)	Вплив (1-10)	Загальна оцінка	Заходи з мінімізації
Недостатня кваліфікація персоналу	7	8	56	- Розробка програми навчання - Залучення зовнішніх експертів - Створення системи наставництва
Опір персоналу змінам	6	7	42	- Роз'яснення переваг змін - Залучення персоналу до процесу впровадження - Система мотивації
Технічні проблеми при інтеграції систем	5	9	45	- Детальне тестування - Резервні системи - Поетапне впровадження
Перевищення бюджету	4	6	24	- Детальне планування витрат - Резервний фонд - Контроль витрат
Затримки у термінах впровадження	6	5	30	- Детальне планування - Контроль виконання - Паралельне виконання робіт
Нестабільність роботи системи на початковому етапі	8	8	64	- Пілотне впровадження - Дублювання систем - Поступовий перехід
Проблеми сумісності з існуючими системами	7	7	49	- Попереднє тестування - Розробка адаптерів - Поетапне впровадження

Джерело: розроблено автором на основі [5, 20, 27]

Як показує аналіз, найбільш критичними ризиками є нестабільність роботи системи на початковому етапі, недостатня кваліфікація персоналу та проблеми сумісності з існуючими системами. Для мінімізації цих ризиків необхідно приділити особливу увагу навчання персоналу, проведенню пілотного впровадження систем та ретельному тестуванню перед повномасштабним впровадженням.

Як зазначає Біліченко В.В., "успішне впровадження інноваційних рішень у логістиці вимагає не тільки технічної готовності, але й організаційної та кадрової готовності підприємства до змін" [2]. Відповідно до цього принципу, важливим

аспектом успішного впровадження запропонованих рішень є підготовка персоналу та організаційної структури компанії до майбутніх змін.

В результаті проведеного дослідження були розроблені та економічно обґрунтовані заходи з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові. Запропоновані рішення спрямовані на вирішення виявлених у другому розділі проблем та "вузьких місць" та включають:

1. Впровадження автоматизованої системи управління складом (WMS), що дозволить оптимізувати всі складські процеси, підвищити продуктивність праці на 37,8%, знизити кількість помилок на 78,9% та забезпечити економічний ефект близько 10,73 млн грн на рік при терміні окупності менше 8 місяців.

2. Оптимізацію розміщення товарів на складі на основі ABC-XYZ аналізу, що дозволить підвищити коефіцієнт використання складської площі на 18,1%, скоротити час комплектації на 21,6% та забезпечити економічний ефект близько 5,49 млн грн на рік при терміні окупності менше 5 місяців.

3. Удосконалення системи обробки відправлень, включаючи впровадження технології RFID, оптимізацію маршрутів внутрішньоскладського переміщення та технології Pick-to-Light, що дозволить підвищити пропускну здатність зон приймання та відвантаження на 40,0%, скоротити час ідентифікації відправлень на 75,3% та забезпечити економічний ефект близько 21,43 млн грн на рік при терміні окупності близько 6 місяців.

Комплексне впровадження запропонованих рішень потребує інвестицій у розмірі близько 20,1 млн грн та забезпечить загальний економічний ефект близько 37,65 млн грн на рік, що дозволить досягти високих показників економічної ефективності: NPV = 78 млн грн, IRR = 159%, DPP = 7,8 місяців, PI = 4,9.

Окрім прямого економічного ефекту, впровадження запропонованих рішень дозволить значно підвищити якість обслуговування клієнтів, зокрема:

- Підвищити пунктуальність доставки з 91,5% до 98,2%

- Знизити кількість помилок при обробці відправлень з 3,8 до 0,5 на 1000 відправлень
- Підвищити рівень обслуговування клієнтів (SLA) з 92,3% до 98,5%
- Зміцнити конкурентні позиції компанії на ринку логістичних послуг регіону

Розроблений план впровадження запропонованих рішень передбачає їх поетапну реалізацію протягом 12 місяців з урахуванням взаємозалежностей між різними заходами та необхідності мінімізації впливу на поточну діяльність компанії.

Проведений аналіз ризиків дозволив виявити потенційні проблеми при впровадженні запропонованих рішень та розробити заходи з їх мінімізації, що підвищить вірогідність успішної реалізації проекту.

Як зазначає Москвітін Т.Д., "підвищення ефективності транспортно-складської системи забезпечує не тільки економічні вигоди у короткостроковій перспективі, але й створює основу для стратегічного розвитку логістичної компанії в довгостроковій перспективі" [16]. Відповідно до цього принципу, впровадження запропонованих рішень дозволить створити міцну основу для подальшого розвитку та масштабування транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові та інших регіонах України.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження з питань підвищення ефективності транспортно-складської системи підприємства на прикладі "Нової Пошти" у Львові були отримані наступні результати та сформульовані відповідні висновки:

1. Дослідження теоретичних основ організації транспортно-складських систем показало, що в сучасних умовах вони є невід'ємною складовою логістичної інфраструктури підприємств, яка безпосередньо впливає на їх конкурентоспроможність. Аналіз сучасних концепцій управління транспортно-складськими комплексами дозволив виявити найбільш перспективні підходи, зокрема інтегровану логістику, ощадливе виробництво та управління ланцюгами поставок, впровадження яких забезпечує значне підвищення ефективності функціонування логістичної системи.

2. Визначено особливості організації складської логістики в поштових компаніях, які включають високу інтенсивність та нерівномірність вантажопотоків, різноманітність відправлень за габаритами та вагою, жорсткі часові обмеження на обробку відправлень, необхідність ідентифікації та відстеження кожного відправлення. Виявлено, що ефективність функціонування складської системи поштової компанії безпосередньо впливає на якість обслуговування клієнтів та конкурентоспроможність компанії в цілому.

3. Досліджено інноваційні технології в управлінні складськими процесами, які дозволяють значно підвищити ефективність транспортно-складської системи. Серед ключових інновацій виділено системи управління складом (WMS), технології автоматичної ідентифікації (RFID, штрих-кодування), автоматизовані та роботизовані складські системи, системи голосового управління та світлового відбору. Впровадження цих технологій дозволяє підвищити продуктивність праці на 20-30%, знизити кількість помилок на 70-80% та оптимізувати використання складських площ на 15-25%.

4. Проведено аналіз існуючої транспортно-складської інфраструктури "Нової Пошти" у Львові, який показав, що вона включає інноваційний термінал площею 5,7 тис. кв. м, 126 відділень різних форматів та власний автопарк з 239 транспортних засобів. Структура інфраструктури в цілому відповідає обсягам та характеру вантажопотоків, проте має резерви для оптимізації.

5. Здійснено аналіз вантажопотоків та завантаженості складських приміщень "Нової Пошти" у Львові, який виявив їх стабільне зростання (на 17% у 2024 році порівняно з попереднім) з чітко вираженими сезонними коливаннями. У структурі вантажопотоків переважають дрібні та середні посилки (65,9% від загального обсягу), що відображає тренди розвитку електронної комерції. Виявлено високий коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків (1,43), що створює додаткові виклики для ефективної організації транспортно-складської системи.

6. Оцінено ефективність використання складських площ "Нової Пошти" у Львові, яка показала, що більшість показників знаходяться в межах нормативних значень. Водночас виявлено недостатнє використання вертикального простору (коефіцієнт використання об'єму 0,64 при нормативі 0,65-0,75) та нерівномірність завантаження різних функціональних зон, що свідчить про наявність резервів для оптимізації.

7. Виявлено "вузькі місця" в роботі транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові, зокрема черги у відділеннях, недостатню пропускну здатність зони приймання терміналу, недостатню координацію між терміналом та відділеннями, недостатню автоматизацію процесів у відділеннях. Загальні економічні втрати від виявлених "вузьких місць" оцінено у 6,35 млн грн на рік.

8. Розроблено комплекс заходів з підвищення ефективності транспортно-складської системи "Нової Пошти" у Львові, який включає впровадження автоматизованої системи управління складом (WMS), оптимізацію розміщення товарів на складі на основі ABC-XYZ аналізу, удосконалення системи обробки відправлень через впровадження технологій

RFID, Pick-to-Light та оптимізацію маршрутів внутрішньоскладського переміщення.

9. Проведено економічну оцінку запропонованих рішень, яка показала їх високу ефективність. Комплексне впровадження запропонованих рішень потребує інвестицій у розмірі близько 20,1 млн грн та забезпечить загальний економічний ефект близько 37,65 млн грн на рік, що дозволить досягти високих показників економічної ефективності: NPV = 78 млн грн, IRR = 159%, DPP = 7,8 місяців, PI = 4,9.

10. Визначено, що окрім прямого економічного ефекту, впровадження запропонованих рішень дозволить значно підвищити якість обслуговування клієнтів, зокрема підвищити пунктуальність доставки з 91,5% до 98,2%, знизити кількість помилок при обробці відправлень з 3,8 до 0,5 на 1000 відправлень, підвищити рівень обслуговування клієнтів (SLA) з 92,3% до 98,5%.

Розроблений план впровадження запропонованих рішень передбачає їх поетапну реалізацію протягом 12 місяців. Проведений аналіз ризиків дозволив виявити потенційні проблеми при впровадженні запропонованих рішень та розробити заходи з їх мінімізації, що підвищить вірогідність успішної реалізації проекту.

Результати дослідження мають практичну цінність не лише для "Нової Пошти" у Львові, але й можуть бути використані іншими логістичними компаніями для підвищення ефективності своїх транспортно-складських систем. Запропоновані рішення відповідають сучасним тенденціям розвитку логістики та створюють основу для подальшого розвитку та масштабування транспортно-складської системи підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антощишина Н. І. Інформаційне забезпечення логістики на підприємстві. Ефективна економіка. 2021. № 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua>.
2. Біліченко В. В., Буренніков Ю. Ю., Цимбал С. В. Основи логістики : навч. посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 128 с.
3. Дибська В. В. Складська логістика : підручник / пер. з рос. О. Марченко. Київ : Київський національний торговельно-економічний університет, 2021. 395 с.
4. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2015, IDT). [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 22 с.
5. Забуранна Л. В., Кулік А. В. Оптимізація логістичних витрат підприємства. Агросвіт. 2021. № 5-6. С. 21-27.
6. Ільченко Н. Б. Логістичні стратегії в торгівлі : монографія. Київ : КНТЕУ, 2019. 432 с.
7. Кальченко А. Г. Логістика : підручник. Київ : КНЕУ, 2018. 284 с.
8. Ковальчук О. В. Моделювання логістичних систем : навч. посібник. Київ : НАУ, 2021. 195 с.
9. Кириченко О. С., Половинкіна А. О. Проблеми логістики оптової та роздрібної торгівлі. Бізнес-навігатор. 2019. Вип. 6(1). С. 160-164.
10. Крикавський Є. В. Логістика: компендіум і практикум : навч. посібник. Київ : Кондор, 2020. 340 с.
11. Кучерук Г. Ю., Тарасюк А. В. Інформаційні технології у логістичній діяльності підприємств. Економіка та управління на транспорті. 2020. Вип. 10. С. 55-64.
12. Логістика : навч. посібник / за наук. ред. О. А. Біловодської. Київ : Academic Publishing, 2020. 244 с.
13. Марчук В. Є., Гармаш О. М. Інноваційні рішення в логістиці складування. Науковий погляд: економіка та управління. 2021. № 1. С. 170-175.
14. Міжнародна торговельна логістика : навч. посібник / за заг. ред. О. М. Галенка. Київ : КНТЕУ, 2021. 294 с.

15. Мізюк Б. М., Бойко Н. І. Сучасна логістика: моделювання інформаційних потоків : монографія. Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2020. 252 с.
16. Москвітін Т. Д. Логістична інфраструктура: потенціал та ефективність : монографія. Київ : КНЕУ, 2019. 301 с.
17. Окландер М. А. Логістична система підприємства : монографія. Одеса : Астропринт, 2019. 312 с.
18. Організація та проектування логістичних систем : підручник / за ред. М. П. Денисенка, П. Р. Левковця, Л. І. Михайлової. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 336 с.
19. Офіційний сайт компанії "Нова пошта". URL: <https://novaposhta.ua>.
20. Паласюк Б. М. Логістичне управління підприємством: сутність і основні принципи. Галицький економічний вісник. 2022. № 3. С. 166-170.
21. Пономарьова Ю. В. Логістика : навч. посібник. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 328 с.
22. Посилкіна О. В., Сагайдак-Нікітюк Р. В., Доровський О. В. Логістичний менеджмент фармацевтичного виробництва : монографія. Харків : НФаУ, 2021. 272 с.
23. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>.
24. Смирнов І. Г., Косарева Т. В. Транспортна логістика : навч. посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2018. 224 с.
25. Сумець О. М. Логістичні системи і ланцюги поставок : навч. посібник. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. 220 с.
26. Транспортно-складська логістика : навч. посібник / М. Ю. Григорак та ін. Київ : Логос, 2021. 264 с.
27. Трифонова О. В., Трушкіна Н. В. Управління потоковими процесами в ланцюгах поставок : монографія. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. 199 с.

28. Чухрай Н. І., Гірна О. Б. Формування ланцюга поставок: питання теорії та практики : монографія. Львів : Інтеллект-Захід, 2019. 232 с.
29. Шандрівська О. Є., Якимишин Л. Я. Особливості логістики поштових відправлень в Україні: проблеми та перспективи розвитку. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Логістика. 2020. № 1. С. 103-110.
30. Якимишин Л. Я. Логістика електронної торгівлі: стан та перспективи розвитку в Україні. Маркетинг і цифрові технології. 2020. Т. 4, № 1. С. 73-86.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Порівняльний аналіз програмних рішень для управління транспортно-складськими системами

У процесі дослідження автоматизованих систем управління транспортно-складськими комплексами було проведено порівняльний аналіз найбільш поширених на ринку України програмних рішень. Результати аналізу представлені нижче.

1. Основні типи програмних рішень для управління транспортно-складськими системами

Тип системи	Призначення	Основні функції	Приклади
WMS (Warehouse Management System)	Управління складськими операціями	Управління прийманням, розміщенням, зберіганням, комплектацією та відвантаженням	Manhattan WMS, SAP EWM, 1C-WMS
TMS (Transport Management System)	Управління транспортними операціями	Планування маршрутів, контроль перевезень, розрахунок витрат	Oracle TMS, SAP TM, ІнтерТранспорт
YMS (Yard Management System)	Управління територією складського комплексу	Контроль руху транспорту на території, управління воротами, доками	Manhattan YMS, С3 YMS
SCE (Supply Chain Execution)	Комплексне управління ланцюгами поставок	Інтеграція функцій WMS, TMS, YMS	Manhattan SCALE, BluJay
ERP (Enterprise Resource Planning)	Управління ресурсами підприємства	Інтеграція логістики з іншими бізнес-процесами	SAP ERP, Oracle ERP, 1C:Підприємство

2. Порівняльний аналіз WMS-систем

Параметр	Manhattan WMS	SAP EWM	1C-WMS	ABM Inventory	Logistic Vision
Функціональність (1-10)	9,5	9,2	7,8	7,5	8,3
Масштабованість (1-10)	9,8	9,6	6,9	6,5	8,1
Гнучкість налаштування (1-10)	8,2	7,8	8,7	8,5	8,4
Інтеграційні можливості (1-10)	9,3	9,5	8,5	7,2	8,7
Зручність інтерфейсу (1-10)	8,5	7,8	8,2	8,6	8,4
Вартість впровадження (тис. \$)	150-250	200-350	50-100	40-80	80-150
Термін впровадження (міс.)	6-9	8-12	3-6	2-4	4-7
Локалізація для України	Часткова	Часткова	Повна	Повна	Часткова
Наявність мобільних додатків	Так	Так	Частково	Так	Так
Підтримка хмарного розгортання	Так	Так	Частково	Так	Так
Загальна оцінка (1-10)	9,1	8,8	8,0	7,7	8,4

3. Порівняльний аналіз TMS-систем

Параметр	Oracle TMS	SAP TM	ІнтерТранспорт	Логіст.Про	Rational TMS
Функціональність (1-10)	9,2	9,0	7,5	7,3	8,1
Масштабованість (1-10)	9,5	9,4	6,8	6,2	7,8
Гнучкість налаштування (1-10)	8,0	7,6	8,3	8,5	8,2
Інтеграційні можливості (1-10)	9,4	9,5	7,8	7,0	8,3
Зручність інтерфейсу (1-10)	8,3	7,8	8,0	8,5	8,6
Вартість впровадження (тис. \$)	130-220	180-320	40-85	30-65	60-120
Термін впровадження (міс.)	5-8	7-10	2-5	1-3	3-6
Локалізація для України	Часткова	Часткова	Повна	Повна	Повна
Оптимізація маршрутів	Розширена	Розширена	Базова	Базова	Розширена
GPS-моніторинг	Так	Так	Так	Так	Так
Загальна оцінка (1-10)	8,9	8,7	7,7	7,5	8,2

4. Рекомендації щодо вибору програмного забезпечення

Для великих підприємств (з річним вантажообігом понад 500 тис. тонн):

- WMS: Manhattan WMS, SAP EWM
- TMS: Oracle TMS, SAP TM
- Комплексні рішення: Manhattan SCALE, SAP SCM

Для середніх підприємств (з річним вантажообігом 100-500 тис. тонн):

- WMS: Logistic Vision, 1C-WMS
- TMS: Rational TMS, ІнтерТранспорт
- Комплексні рішення: інтеграція 1C-WMS з галузевими TMS-

рішеннями

Для малих підприємств (з річним вантажообігом до 100 тис. тонн):

- WMS: ABM Inventory, спрощені версії 1C-WMS
- TMS: Логіст.Про, веб-сервіси для оптимізації логістики
- Комплексні рішення: хмарні сервіси з місячною передплатою

5. Ключові фактори успішного впровадження програмних рішень

На основі аналізу досвіду впровадження програмних рішень для управління транспортно-складськими системами виділено наступні ключові фактори успіху:

- Детальний аналіз бізнес-процесів перед вибором системи
- Формування чітких функціональних вимог до системи
- Залучення ключових користувачів на всіх етапах проекту
- Поетапне впровадження з можливістю коригувань
- Комплексне навчання персоналу
- Розробка детальної документації
- Технічна підтримка та супровід після впровадження
- Постійне вдосконалення та розвиток системи

Враховання цих факторів при виборі та впровадженні програмного рішення для управління транспортно-складською системою "Нової Пошти" у

Львові дозволить максимізувати ефективність інвестицій та забезпечити досягнення поставлених цілей з оптимізації логістичних процесів.