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

Циклова комісія транспорту та інформаційних технологій

Мочула Дмитро Андрійович

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ЦЕНТРУ "ЕПІЦЕНТР" У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ / IMPROVEMENT OF THE TRANSPORTATION SYSTEM FOR THE REGIONAL DISTRIBUTION CENTER OF EPICENTER IN LVIV REGION

спеціальність: 275 Транспортні технології (за видами)
освітньо-професійна програма: Транспортні технології

кваліфікаційна робота
за освітнім ступенем «фаховий молодший бакалавр»

Виконав студент групи ТТ-41
Мочула Д. А. _____
(підпис)

Науковий керівник:
_____
(підпис)

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту
«___» _____ 20__ р.

Голова циклової комісії _____ П.І.Б.
(підпис)

Тернопіль - 2025

ЗМІСТ

ВСТУП……8

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ……10

1.1 Загальна характеристика регіонального розподільчого центру "Епіцентр"..10

1.2 Особливості логістичних процесів у центрі……..11

1.3 Основні транспортні маршрути та інфраструктура……12

1.4 Проблеми та виклики існуючої системи перевезень…….…..14

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ЛОГІСТИКИ ТА ТРАНСПОРТУ……16

2.1 Світовий досвід оптимізації логістичних перевезень……..16

2.2 Дослідження ефективності вантажних перевезень у Європі……...17

2.3 Аналіз підходів до регіонального розподілу товарів в Україні……..19

2.4 Використання інформаційних технологій у логістиці…….…21

2.5 Вплив транспортної логістики на собівартість продукції……...…23

РОЗДІЛ 3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ……..25

3.1 Оптимізація маршрутів доставки товарів…….…25

3.2 Використання сучасних методів управління логістичними потоками…..…27

3.3 Запровадження інтелектуальних транспортних систем……..29

3.4 Автоматизація процесів планування перевезень……..31

3.5 Економічне обґрунтування впроваджених змін……...33

ВИСНОВКИ……...36

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..38

ВСТУП

Розвиток логістики та ефективне управління транспортними перевезеннями відіграють важливу роль у сучасній економіці. В умовах стрімкого зростання ринку роздрібної торгівлі та збільшення обсягів товарообігу регіональні розподільчі центри стають ключовими елементами логістичних систем. Вони забезпечують безперебійне постачання продукції, оптимізують маршрути перевезень та сприяють зниженню витрат на транспортування.

Одним із найбільших розподільчих центрів України є логістичний комплекс мережі «Епіцентр», що розташований у Львівській області. Завдяки стратегічному розташуванню він відіграє важливу роль у забезпеченні товарних потоків для Західного регіону країни. Проте, як і будь-яка логістична структура, цей центр стикається з низкою викликів, серед яких нераціональні маршрути доставки, недостатня автоматизація процесів планування перевезень та необхідність впровадження сучасних технологій управління логістичними потоками.

Актуальність цієї роботи полягає в тому, що удосконалення системи перевезень дозволить зменшити операційні витрати, підвищити швидкість обробки вантажів та забезпечити стабільність постачання товарів у роздрібні магазини. Впровадження сучасних логістичних технологій, автоматизація процесів і використання інтелектуальних транспортних систем сприятимуть підвищенню ефективності логістичного комплексу, що має велике значення для розвитку не лише окремого підприємства, а й регіональної економіки в цілому.

Метою дослідження є розробка пропозицій щодо оптимізації системи перевезень для регіонального розподільчого центру «Епіцентр» у Львівській області, з урахуванням передового світового досвіду, новітніх технологій та особливостей українського ринку логістики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати логістичні процеси та транспортну інфраструктуру розподільчого центру;
- виявити основні проблеми та виклики, що впливають на ефективність перевезень;
- дослідити сучасні підходи до оптимізації логістичних процесів у світовій та європейській практиці;
- розробити пропозиції щодо вдосконалення маршрутів доставки, автоматизації процесів та використання сучасних технологій;
- оцінити економічний ефект від запропонованих змін.

Об’єктом дослідження є система транспортних перевезень у регіональному розподільчому центрі «Епіцентр».

Предметом дослідження виступають методи та підходи до оптимізації логістичних перевезень із використанням сучасних технологій і практик.

Впровадження оптимізованих маршрутів, автоматизованих систем управління та сучасних інформаційних технологій дозволить знизити витрати на перевезення, скоротити час доставки товарів та підвищити конкурентоспроможність компанії.

Кваліфікаційна робота складається з трьох розділів. У першому розділі розглянуто загальну характеристику регіонального розподільчого центру «Епіцентр», проаналізовано особливості логістичних процесів, транспортну інфраструктуру та основні проблеми існуючої системи перевезень. У другому розділі досліджено сучасний світовий і європейський досвід у сфері логістики та транспорту, а також можливості використання інформаційних технологій для підвищення ефективності перевезень. Третій розділ присвячений розробці пропозицій щодо оптимізації маршрутів, впровадженню інтелектуальних транспортних систем і автоматизації процесів планування перевезень.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальна характеристика регіонального розподільчого центру «Епіцентр»

Розподільчі центри відіграють ключову роль у логістичній системі будь-якої великої компанії. Вони призначені не лише для зберігання товару, адже дозволяють ефективно керувати їхнім переміщенням, зменшуючи час доставки. Регіональний розподільчий центр мережі «Епіцентр», що знаходиться у Львівській області, який ми будемо аналізувати, є одним з найбільших в Україні.

Мета створення цього центру – оптимізувати постачання продукції, адже товари потребують швидкої логістики та якісного обслуговування на складах. Він обслуговує здебільшого магазини Західного регіону.

У своїй роботі розподільчий центр вже використовує чимало сучасних інформаційних систем, які дозволяють контролювати запаси в режимі реального часу. Це дозволяє передбачити і зменшити ризики в процесі постачання.

Проте попри високий рівень автоматизації і організації, перед розподільчим центром стоїть багато викликів. Оптимізація маршрутів потребує вдосконалення, а нерівномірне завантаження складу в години пік свідчить про необхідність подальшої цифровізації логістичних процесів.

Отже, регіональний розподільчий центр «Епіцентр» у Львівській області є важливим елементом логістичної мережі компанії. Він забезпечує стабільне постачання продукції та працює з використанням сучасних технологій. Але подальше вдосконалення може значно покращити роботу та зробити процес ще зручнішим.

1.2 Особливості логістичних процесів у центрі

Регіональний розподільчий центр «Епіцентр» у Львівській області забезпечує ефективний рух товару між постачальниками та торговими точками. Щоб все було структуровано його робота базується на сучасних підходах до організації складської логістики, оптимізації транспортних потоків та автоматизації процесів.

Логістичний процес у центрі, стандартно можна поділити на кілька етапів: прийом товарів (від національних та міжнародних постачальників), їхнє зберігання, комплектування замовлень і відвантаження до магазинів, а також контроль за всіма процесами.

На складі регіонального розподільчого центру "Епіцентр" у Львівській області використовується система WMS (Warehouse Management System), призначена для управління товарами та запасами, а також оперативну обробку замовлень. WMS дозволяє скоротити час на пошук і підготовку товарів, а також зменшити ризики помилок під час комплектації. Крім того, сучасні методи управління запасами, такі як ABC- та XYZ-аналіз, допомагають зберігати різні групи товарів залежно від їхньої популярності [1].

Транспортна логістика є не менш важливим аспектом у роботі центру. Щоб скоротити витрати на перевезення , час доставки, потрібно оптимізувати маршрути. Використовуючи спеціальні програми для планування маршрутів а також GPS-моніторинг транспорту та автоматизовані системи контролю завантаженості вантажівок можна зменшити не лише витрати, а й час простою.

Важливо розуміти що логістичні процеси дуже залежать від попиту, який стрімко змінюється, особливо в час сезонних розпродажів та свят. Тому є потреба швидко адаптовуватися до нових обставин. Зазвичай рішенням стає перерозподіл навантаження між різними складами і залучення нових працівників.

Таким чином, логістичні процеси у регіональному розподільчому центрі «Епіцентр» поєднують в собі сучасні технології, та вміння до адаптації. Це дозволяє оперативно реагувати на будь які зміни на ринку, а також забезпечує

безперебійну роботу мережі. У таблиці 1.1 можемо узагальнити основні технології, що допомагають під час різних операцій.

Таблиця 1.1. - Основні логістичні процеси та їх характеристики

Етап логістики	Основні операції	Використані технології
Приймання товарів	Контроль, перевірка, розвантаження	WMS, RFID, штрих-коди
Зберігання	Розподіл по стелажах, температурний контроль	ABC-аналіз, ERP-системи
Комплектація замовлень	Сканування, сортування, конвеєрні лінії	Pick-to-Light, Voice Picking
Відвантаження товарів	Оптимізація навантаження, маршрутизація, контроль	GPS-моніторинг, TMS

Джерело – розроблено автором

1.3 Основні транспортні маршрути та інфраструктура

Регіональний розподільчий центр «Епіцентр» у Львівській області за адресою вулиця Богдана Хмельницького, 188А, має вигідне розташування.

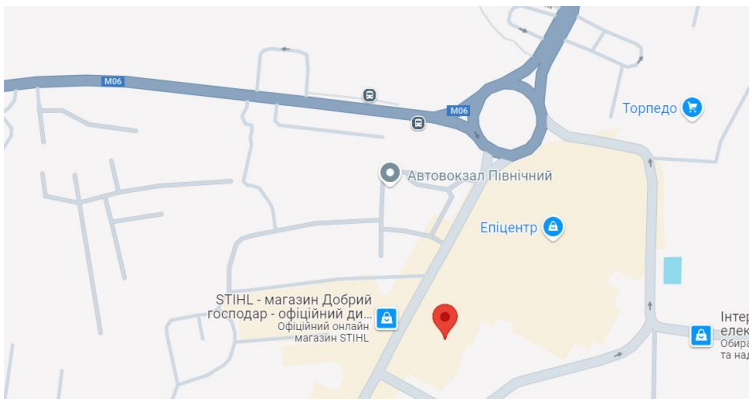

Рисунок 1.1 – знімок з карт

Значна перевага це близькість до основних транспортних артерій (див. табл. 1.2). Завдяки цьому товар ефективно розподіляють по всій Західній Україні. Центр інтегрований у загальну логістичну систему компанії, що дозволяє оптимізувати маршрути та зменшувати витрати на транспортування.

Завдяки цьому забезпечується швидке сполучення з Києвом, Закарпаттям, Польщею та іншими напрямками. Оптимізація транспортної логістики дозволяє зменшити витрати на перевезення до завдяки скороченню часу доставки.

Таблиця 1.2 – Основні транспортні артерії

Напрямок	**Основна магістраль**	**Відстань від складу, км**	**Час у дорозі***
Львів – Київ	М-06	550	≈ 6,5 год
Львів – Одеса	М-06 → М-05	795	≈ 10 год
Львів – Харків	М-06 → М-03	1000	≈ 12 год
Львів – Дніпро	М-06 → Н-08	950	≈ 11 год
Львів – Польща (Корчова)	М-10	80	≈ 1,5 год

(*) Час у дорозі вказаний приблизно, без урахування погодних умов і заторів.

Джерело – розроблено автором

Розподільчий центр активно використовує залізничну гілку, що дозволяє здійснювати великогабаритні перевезення. Якщо товари великовагові, або великопартійні (будівельні) це стає дуже в нагоді, адже залізничний транспорт дозволяє зменшити вартість перевезень.

Інфраструктура складу включає сучасні вантажно-розвантажувальні термінали, що допомагають швидко обробити велику кількість вантажу. У центрі працює автоматизована система керування транспортними потоками, що дозволяє розподіляти вантажівки відповідно до черговості замовлень, уникати заторів і мінімізувати простій.

Отже, логістична система центру вже досить розвинена, транспортні маршрути розподільчого центру дозволяють постачати товари у всі частини країни. Використання сучасних технологій, раціональне планування маршрутів та залучення різних видів транспорту дозволяють покращити якість та зменшити витрати на перевезення.

1.4 Проблеми та виклики існуючої системи перевезень

Щоб зробити роботу центру ще ефективнішою, важливо врахувати проблеми з якими стикається центр. Як і будь-яка масштабна логістична система, він стикається з низкою викликів, які впливають на швидкість, надійність і вартість перевезень.

Стан дорожнього покриття та загалом інфраструктури. Попри активний ремонт доріг, в Україні значна частина дороги розбита та потребує ремонту. Це викликає ризик затримки під час доставки товару.

Ще однією значною проблемою є **перевантаження основних транспортних вузлів**. В періоди свят та розпродаж на складах виника.ть затори, що сповільнює опрацювання замовлень. Саме вміння швидко адаптуватися до змін попиту стає дуже важливим.

Також варто враховувати **недостатню кількість кваліфікованих водіїв вантажного транспорту**. У зв’язку з трудовою міграцією, а також мобілізацією багато водіїв знаходять роботу за кордоном, що створює кадровий дефіцит в Україні. [2].

Окрім того, серйозним викликом залишається **подорожчання пального та нестабільність логістичних витрат**. В теперішній час особливо не стабільними є ціни на пальне, що є основним ресурсом для роботи з вантажними перевезеннями. Не важко зрозуміти, що це впливає на кінцеву вартість доставки.

Значним фактором залишається **митне регулювання та затримки на кордонах**. Митне оформлення на кордоні України у 2023 році зазнало змін,

спрямованих на спрощення процедур. Зокрема, введення електронної системи митного оформлення (ЕСМО) дозволило значно скоротити час оформлення вантажів [3]. Проте, процес оформлення вантажів може займати досить багато часу, в середньому від 12 до 48 годин.

Для кращого розуміння викликів існуючої системи перевезень можна звести основні проблеми у таблицю:

Таблиця 1.3 – Виклики існуючої системи перевезень

Проблема	**Причина**	**Наслідки**
Поганий стан доріг	Недостатнє фінансування ремонтів	Затримки у перевезеннях, збільшені витрати на транспорт
Перевантаження логістичних вузлів	Нерівномірне навантаження, пікові періоди	Часові затримки, складнощі з обробкою товарів
Дефіцит водіїв	Трудова міграція, низькі зарплати	Скорочення транспортних потужностей, зриви графіків
Проблема	**Причина**	**Наслідки**
Висока вартість пального	Коливання цін на нафту	Збільшення собівартості логістики
Затримки на митниці	Бюрократичні процедури, високий обсяг перевірок	Уповільнення міжнародних поставок

Джерело – розроблено автором

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ЛОГІСТИКИ ТА ТРАНСПОРТУ

2.1 Світовий досвід оптимізації логістичних перевезень

У даному розділі буде розглянуто найбільш успішні рішення для покращення логістичних процесів у різних країнах. З огляду на світовий досвід можна зауважити що для покращення перевезень важливими є інновації, правильне використання ресурсів та вдосконалення інфраструктури.

Компанії широко використовують «розумні склади», які обладнані роботизованими системами сортування та відстеження товарів. Завдяки автоматизації швидкість обробки вантажів у великих розподільчих центрах зросла [4].

Впровадження системи Just-in-Time, яка дозволяє мінімізувати витрати на зберігання товарів є досить ефективним рішенням. В Японії ця методика стала основою логістики таких компаній, як Toyota, що дозволяє значно скоротити запаси на складах і оптимізувати виробничі процеси. Завдяки даній концепції компанії зможуть уникнути зайвих витрат на утримання великих запасів [5].

Країни Європейського Союзу активно застосовують **зелені технології** у логістиці, зокрема, екологічний транспорт. Наприклад, у Нідерландах поширеним є використання електровантажівок та водневих. Такий перехід на екологічно чистий транспорт зменшує викиди CO_2 у сфері вантажних перевезень [6].

Останніми роками популярності набирає використання штучного інтелекту та Big Data для прогнозування транспортних потоків і оптимізації маршрутів. У США компанії, такі як Amazon і FedEx, активно використовують алгоритми аналізу великих даних для оптимізації логістичних процесів. Це дозволяє швидко адаптувати ланцюги постачання до змін попиту, скорочуючи середній час доставки та знижуючи витрати на транспортування [7,8].

Щоб узагальнити підходи в оптимізації логістичних перевезень, наведемо основні таблиці:

Таблиця 2.1 - Світові тенденції в оптимізації логістичних перевезень

Країна	Метод оптимізації	Результати
Німеччина	Автоматизація складів	Збільшення швидкості обробки вантажів на 30–40%
Японія	Система Just-in-Time	Скорочення витрат на зберігання та підвищення ефективності транспорту
Нідерланди	Використання електровантажівок	Зменшення викидів CO_2 у логістиці на 25%
США	Штучний інтелект і Big Data	Скорочення часу доставки на 15%, зниження витрат на транспортування

З огляду на цей досвід, Україна також має перспективи впровадження подібних рішень. Зокрема, автоматизація складів, оптимізація маршрутів із використанням великих даних і поступовий перехід на екологічний транспорт можуть суттєво покращити логістичні процеси.

2.2 Дослідження ефективності вантажних перевезень у Європі

Логістика відіграє ключову роль у розвитку європейської економіки, адже забезпечує ефективний рух товарів між країнами, виробниками та споживачами. В умовах глобалізації та цифрової трансформації європейські держави активно впроваджують сучасні методи управління вантажоперевезеннями. Це дозволяє оптимізувати витрати, скоротити терміни доставки та зменшити екологічний вплив транспорту.

За даними Європейської комісії, вантажні перевезення у ЄС здійснюються переважно трьома основними видами транспорту: автомобільним (≈75%),

залізничним (≈18%) та водним (≈7%) [9]. Автомобільний транспорт залишається найгнучкішим і найефективнішим засобом перевезень у межах Європи, особливо для коротких і середніх відстаней. Водночас, держави ЄС активно працюють над розвитком залізничних і комбінованих перевезень, щоб зменшити навантаження на дорожню інфраструктуру та скоротити викиди парникових газів.

Для кращого розуміння рівня ефективності різних типів транспорту наведено дані у вигляді таблиці:

Таблиця 2.2 - Рівень ефективності різних типів транспорту

Вид транспорту	**Переваги**	**Недоліки**	**Частка ринку в ЄС**
Автомобільний	Висока гнучкість, швидка доставка	Викиди CO_2, затори	75%
Залізничний	Висока вантажопідйомність, екологічність	Висока вартість інфраструктури	18%
Водний	Низька собівартість на великі відстані	Повільність, обмеженість маршрутів	7%

Зокрема, Європейська економічна і соціальна комісія (EESC) у своєму висновку зазначає, що для того, щоб мультимодальні перевезення стали конкурентоспроможними, необхідно вирішити проблеми, які роблять їх дорожчими, повільнішими та менш надійними порівняно з однорідними автомобільними перевезеннями [10].

У межах «Європейського зеленого курсу» (European Green Deal) Європейський Союз поставив за мету досягти 90% скорочення викидів парникових газів у транспортному секторі до 2050 року. Щоб цього досягти необхідні великі зміни в транспортні системі, адже потрібно впровадити електровантажівки, водневі поїзди чи екологічне пальне.

Згідно з офіційними документами Європейської Комісії, досягнення цієї мети передбачає:

- **Вдосконалення інфраструтури для заряджання вантажівок та збільшення кількості самих вантажівок**.
- **Використання водневих технологій**.
- **Поширення екологічного пального, включаючи біопаливо та синтетичні види пального**.

Українська логістична система може використовувати ці напрацювання для покращення транспортної інфраструктури та впровадження новітніх технологій [11].

2.3 Аналіз підходів до регіонального розподілу товарів в Україні

Якісний розподіл товарів по різних регіонах України забезпечує ефективність товарообігу та задоволення потреб споживачів. Важливо що українські компанії враховуючи географічні особливості країни, розвиток інфраструктури застосовують різні підходи до організації розподільчих процесів.

Багато українських підприємств продовжують використовувати централізовану систему розподілу, де основний товаропотік проходить через великі логістичні хаби у Київській, Львівській, Дніпропетровській та Одеській областях. Київський регіон відіграє стратегічну роль у внутрішній логістиці України, зосереджуючи велику частку вантажних перевезень і розподільчих центрів завдяки вигідному географічному розташуванню та розвиненій інфраструктурі [12].

Однак, через значну концентрацію товарів у кількох регіонах, це може призводити до затримок у постачанні, особливо у східних та південних областях.

Останніми роками в Україні зростає популярність децентралізованого розподілу, коли великі виробники організовують регіональні склади у різних

частинах країни. Завдяки цьому час доставки до споживачів скорочується, а також скорочуються витрати на транспортні перевезення.

Згідно з інформацією на офіційному сайті компанії «Укрлогістика», наявність регіональних підрозділів дозволяє здійснювати своєчасну і якісну доставку у будь-яку точку країни за 24–48 годин [13]. Такий підхід активно застосовують національні ритейлери, зокрема, мережі «АТБ», «Сільпо» та «Епіцентр».

У звіті про управління ТОВ «Нова Пошта» за 2023 рік зазначено, що компанія активно впроваджує інноваційні рішення для підвищення ефективності внутрішньо корпоративних і логістичних процесів [14].

Для наочного розуміння особливостей різних моделей розподілу товарів наведено таблицю:

Таблиця 2.3 - Особливості різних моделей розподілу товарів

Підхід	Переваги	Приклади	застосування
Централізований	Контроль запасів, зниження витрат	Довші терміни доставки, нерівномірний розподіл	Київ, Львів, Одеса
Децентралізований	Швидка доставка, гнучкість	Вищі витрати на підтримку складів	АТБ, Епіцентр
Цифровізований	Оптимізація витрат, точність прогнозування	Висока вартість впровадження	Нова Пошта

Джерело – розроблено автором

Розподіл товарів в Україні стає більш гнучким за рахунок децентралізованих складів. Остаточний вибір оптимальних підходів залежить від специфіки компанії. Але основна ціль залишається незмінною – якісне задоволення потреб споживача.

2.4 Використання інформаційних технологій у логістиці

Саме інформаційні технології дозволяють контролювати систему постачання, організувати та оптимізувати процеси, що допомагає підвищити ефективність управління запасами.

Одним із ключових напрямів цифровізації логістики є використання WMS (Warehouse Management System) – програмних рішень, які дозволяють управляти запасами, оптимізувати розміщення товарів і контролювати процеси комплектації замовлень.

Впровадження системи WMS (Warehouse Management System) покращує точність складських операцій, знижуючи рівень помилок до мінімуму. Завдяки автоматизації процесів, швидкість обробки замовлень може вирости на 30%. Такі системи активно використовуються «Нова Пошта» та «Укрпошта», для оптимізації складських процесів і підвищення продуктивності [15, 16, 17].

Щоб вантажні перевезення були більш контрольовані використовують GPS-трекери, транспортні диспетчерські системи (TMS). Вони дозволяють аналізувати трафік, вартість палива, дорожню інфраструктуру, що найголовніше системи TMS дозволяють будувати найкоротші маршрути.

Оптимізація транспортних маршрутів за допомогою цифрових систем має багато переваг, оскільки дозволяє компанія зменшити витрати на перевезення та скоротити час доставки [18].

Штучний інтелект (AI) і великі дані (Big Data) допомагають прогнозувати попит, вони автоматизують процеси складування, адже можуть аналізувати попит який був раніше і зробивши висновок організувати розподіл запасів найбільш зручним шляхом.

Згідно з дослідженням McKinsey, застосування AI у прогнозуванні може зменшити помилки на 20–50%, що допоможе зменшити втрати і підвищити доступність товарів [19].

Для більш наочного уявлення основних технологій та їхнього впливу на логістичні процеси надаю таблицю:

Таблиця 2.4 - Основні технології та їх вплив на логістичні процеси

Технологія	Основні переваги	Приклади застосування
WMS (Системи управління складом)	Оптимізація запасів, зниження помилок	«Нова Пошта», Rozetka
TMS (Транспортні диспетчерські системи)	Оптимізація маршрутів, зниження витрат на перевезення	DHL, Meest Express
Big Data та AI	Прогнозування попиту, автоматизація логістичних рішень	Amazon, McKinsey Logistics
GPS-трекери та IoT	Контроль транспорту, запобігання втратам	FedEx, UPS

Джерело – розроблено автором

Можна зробити підсумок, що інформаційні технології допомагають набагато більше ніж можна уявити. Завдяки їх використанню покращується не лише ефективність перевезень чи складування. Вони сприяють також економії ресурсів. Це все завдяки автоматизації управління запасами, що зменшує ризик помилок за рахунок людського фактору. Їх впровадження стає обов’язковою умовою для логістичних компаній задля успішного функціонування.

2.5 Вплив транспортної логістики на собівартість продукції

На собівартість продукції як відомо впливає дуже багато чинників, одним з таких є транспортна логістика, а саме витрати під час перевезення, зберігання. Оптимізуючи ці витрати можна зробити продукцію більш конкуренто спроможною за рахунок зниження в результаті її кінцевої вартості.

Оскільки транспортні витрати можуть дуже впливати на собівартість продукції це впливає на конкурентоспроможність підприємств. Залежно від галузі та регіону вони варіюються від 10% до 30%. [20].

Основними компонентами логістичних витрат є:

- **Транспортні витрати** (паливо, амортизація транспорту, оплата праці водіїв);
- **Витрати на складське зберігання** (оренда складів, енергозабезпечення, контроль запасів);
- **Адміністративні витрати** (управління ланцюгами постачання, страхування вантажів, податки);
- **Витрати на форс-мажорні обставини** (затримки, штрафи, пошкодження вантажів).

У таблиці наведено частку логістичних витрат у різних секторах економіки:

Таблиця 2.5 – Частка логістичних витрат у різних секторах економіки [21,22]

Галузь	Частка логістичних витрат у собівартості продукції, %
Харчова промисловість	12–20%
Машинобудування	15–25%
Рітейл (роздрібна торгівля)	10–18%
Будівельні матеріали	20–30%

Ефективне управління логістичними витратами дозволяє підприємствам оптимізувати транспортні процеси та зменшити собівартість продукції [23]. Оптимізація маршрутів доставки, використання мультимодальних перевезень, цифрових технологій (TMS, GPS-моніторинг) допомагає зменшити транспортні витрати [24].

Оптимізація транспортної логістики передбачає кілька основних напрямів:

- **Використання сучасних технологій** (автоматизоване управління запасами, цифрові платформи логістики);
- **Раціональне планування маршрутів** (використання даних про трафік, багатомодальні перевезення);
- **Зменшення порожніх рейсів** (координація завантаження транспорту);
- **Аутсорсинг логістичних послуг** (залучення 3PL-провайдерів для зменшення витрат на власний автопарк).

РОЗДІЛ 3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Оптимізація маршрутів доставки товарів

Скоротити час доставки, покращити рівень обслуговування споживачів, зменшити витрати на перевезення допомагає саме оптимізація маршрутів.

Оптимізація маршрутів доставки може бути зведена до задачі комівояжера (TSP) або загальнішої проблеми маршрутизації транспортних засобів (VRP). Задача комівояжера це універсальний інструмент для того щоб оптимізувати маршрути, вона часто використовується в логістиці, телекомунікаціях та навіть у плануванні маршрутів безпілотних літальних апаратів [25]. VRP, у свою чергу, враховує додаткові обмеження, такі як місткість транспортних засобів, часові вікна та пріоритетність доставки [26].

Математична модель задачі маршрутизації включає:

1. Функцію вартості перевезення [27].**:**

$$\mathrm{C} = \sum_{i-1}^{n} \quad \sum_{j-1}^{n} \quad c_{ij} x_{ij} \tag{1}$$

де

c_{ij} – вартість транспортування між пунктами i та j, грн/км;

x_{ij} – змінна, що приймає значення 1, якщо маршрут включає перехід між пунктами i та j, і 0 в іншому випадку.

2. Обмеження потужності транспортних засобів [28]:

$$\sum_{i=1}^{n} \quad d_i x_{ij} \leq Q \tag{2}$$

де

d_i – обсяг вантажу в пункті i;

Q – максимальна місткість транспортного засобу, т .

3. Обмеження на часові вікна доставки:

У цій статті [29]. розглядається задача маршрутизації транспортних засобів з часовими вікнами з урахуванням обмежень завантаження палет. Формула обмеження на часові вікна доставки:

$$a_i \leq t_i \leq b_i \tag{3}$$

де

t_i – час прибуття у точку і, год;

a_i, b_i– мінімальний та максимальний допустимий час доставки, год.

Щоб оптимізувати маршрути доставки товарів є декілька варіантів:

Методи точного розв'язання (гілки та межі, динамічне програмування) використовуються здебільшого для незначних задач, якщо потрібно визначити найкращий маршрут.

Евристичні алгоритми (алгоритм найближчого сусіда, мурашині алгоритми, генетичні алгоритми) їх використовують, коли не один, а досить багато пунктів доставки. Алгоритми допомагають швидко знайти приблизне вирішення.

Використання інформаційних технологій, таких як GPS-навігація, системи управління транспортом (TMS), вони відповідно допомагають відстежувати перевезення в режимі реального часу і за потреби корегувати маршрути залежно від ситуації на дорозі.

У статті «A practical vehicle routing problem in small and medium cities for fuel consumption minimization» опублікованій у журналі *Case Studies on Transport Policy* (2024), автори дослідили вплив оптимізації маршрутів на споживання пального в малих і середніх містах. Використовуючи варіативний метод пошуку

сусідів (VNS), вони досягли зменшення витрат пального приблизно на 20% порівняно з ручним плануванням маршрутів [30].

Оптимізуючи будь які логістичні процеси в тому числі маршрути доставки можна зменшити експлуатаційні витрати, оскільки транспортні засоби долають меншу відстань, або ж долають її швидше. Використовуючи математичні методи та сучасні інформаційні системи можна ефективно планувати логістичні операції. Це допоможе скоротити час виконання замовлень тим самим покращивши якість логістичних послуг.

3.2 Використання сучасних методів управління логістичними потоками

Завдяки новітнім методам, таким як цифрові технології, штучний інтелект і автоматизовані системи, можна значно покращити координацію транспортних потоків і зменшити витрати на логістику.

Основні методи управління логістичними потоками:

1. Інформаційні системи управління логістикою. Інформаційні системи управління логістикою, такі як Transportation Management System (TMS) та Warehouse Management System (WMS), відіграють ключову роль у підвищенні ефективності логістичних процесів. Їх впровадження дозволяє оптимізувати маршрути транспортування, автоматизувати процеси складування та зменшити витрати на логістику.

Приклади ефективності впровадження TMS та WMS:

DHL: Інтеграція систем TMS та WMS дозволила компанії зменшити свої витрати: на 16% зменшено стандартні транспортні витрати, на 35% — витрати на термінові перевезення, а також на 11% — витрати на складування [31].

Amazon: Використання роботизованих систем на складах сприяє зниженню витрат на виконання замовлень на 25%, що в результаті може забезпечити щорічну економію до $10 мільярдів до 2030 року [32].

2. Використання штучного інтелекту та аналітики даних.

Як було розглянуто у попередніх розділах застосування штучного інтелекту допомагало аналізувати великі обсяги даних а також історичний попит відповідно до цього компанія могла прийняти оптимальне рішення щодо управління постачанням. Як результат зменшувалася кількість зайвої продукції але при тому завжди була достатня кількість і відсутність дефіциту на складах.

У цій статті розглядаються різні моделі розміру партії, зокрема, рівняння, яке описує зміну кількості запасів враховуючи нові надходження та загальний попит [33]:

$$S_t = S_{t-1} + O_t - D_t \quad (4)$$

де

S_t – рівень запасів у момент часу t;

S_{t-1}– рівень запасів у попередній момент часу;

O_t– обсяг нових поставок;

D_t – попит на товар у момент часу t.

3. Інтернет речей (IoT) та відстеження в реальному часі

Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) у логістиці значно покращує контроль над перевезенням, особливо, чутливих вантажів. Сенсори, встановлені у вантажівках, передають дані про температуру, вологість і вібрацію в режимі реального часу, це дає змогу швидко реагувати на відхилення від оптимальних умов транспортування. Це особливо важливо для перевезення ліків та харчових продуктів. Наприклад, компанія Maersk використовує IoT-технології для моніторингу температури та вологості в рефрижераторних контейнерах, це дозволить зменшити втрат вантажу за рахунок відсутності псування, що зменшує загальні витрати [34].

Для оцінки ефективності доставки використовується формула середнього часу знаходження вантажу в дорозі [35]:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i \omega_i}{\sum_{i=1}^{n} \omega_i} \quad (5)$$

де

t_i– час у дорозі для i -го замовлення, год;

ω_i– вага замовлення або його пріоритет, кг.

4. Автоматизовані транспортні системи

Зараз поширення набувають безпілотні транспортні засоби та дрони для доставки. Їх застосовує багато компаній. Також активно тестують автономні вантажівки (без участі водія). Безперечно такий досвід має на меті скоротити час доставки за рахунок зменшення часу на простої через людський фактор (потреби, втома, сон).

Застосування сучасних методів управління логістикою дозволяє зменшити час обробки замовлення в рази, скоротити витрати і значно підвищити точність прогнозування. У майбутньому логістичний ринок ще більше орієнтуватиметься на цифрові технології, що зробить транспортні процеси ще більш ефективними.

3.3 Запровадження інтелектуальних транспортних систем

ІТС – це комплекс технологічних рішень, який використовує сучасні інформаційні та комунікаційні технології для управління транспортними потоками та логістичними процесами. Основними складовими ІТС є:

Системи моніторингу транспорту – включають GPS-трекери, датчики руху та телеметрію для відстеження транспорту в реальному часі.

Автоматизовані системи управління дорожнім рухом – адаптивні світлофори, системи розпізнавання номерних знаків, інтелектуальні камери спостереження.

Інформаційно-аналітичні платформи – прогнозують трафік, аналізують маршрути та визначають оптимальні шляхи доставки на основі великих масивів даних.

Комунікаційні системи V2X (vehicle-to-everything) – забезпечують обмін інформацією між транспортними засобами та інфраструктурою, підвищуючи рівень безпеки.

Застосовуючи інтелектуальні системи можна добитися чималих результатів:

Оптимізувати маршрути перевезення – оскільки є змога аналізувати трафік в режимі реального часу, то відповідно можна змінювати або частково корегувати маршрути. Це пришвидшить перевезення, відповідно зменшаться витрати на пальне.

Підвищити рівень безпеки – інтеграція ІТС дозволяє виявляти аварійно небезпечні ділянки доріг, прогнозувати ризики та запобігати ДТП, що в свою чергу зменшить непередбачувані експлуатаційні витрати.

Зменшити негативний вплив на довкілля – завдяки зниженню заторів та оптимізації руху зменшується викид шкідливих речовин у атмосферу.

Автоматизувати управління транспортом – використання ІТС спрощує контроль над автопарком, забезпечує точний облік робочого часу водіїв і контроль споживання пального.

TMS дозволяє автоматизувати планування маршрутів, контролювати стан вантажів та зменшувати витрати на логістику. Такі системи обробляють інформацію про пробіг транспорту, графіки завантаження та розвантаження, а також автоматично формують документи.

Використання штучного інтелекту (ШІ) та великих даних Алгоритми ШІ аналізують історичні дані про рух транспорту, прогнозують завантаженість доріг та пропонують оптимальні маршрути.

Запровадження технологій Інтернету речей (IoT) у перевезеннях IoT-датчики, встановлені на транспортних засобах та вантажах, дозволяють у реальному часі отримувати інформацію про місцезнаходження, температуру,

вологість та інші параметри перевезення. Це особливо важливо для доставки чутливих до зовнішніх умов товарів (наприклад, фармацевтичної продукції чи продуктів харчування).

Автоматизація процесу вантажоперевезень та використання автономного транспорту. Впровадження безпілотних транспортних засобів і вантажних дронів може суттєво змінити майбутнє логістики. Такі рішення допоможуть зменшити витрати на персонал і підвищити швидкість доставки, особливо у віддалених регіонах.

Одним із прикладів успішного використання інтелектуальних транспортних систем є система автоматизованого управління трафіком у мегаполісах. Наприклад, у Сінгапурі розроблено систему ERP (Electronic Road Pricing), яка використовує динамічне ціноутворення на користування дорогами залежно від рівня завантаженості трафіку. Це дозволило значно знизити затори та покращити швидкість перевезень [36].

Використання технологій штучного інтелекту, Інтернету речей та автоматизованих систем управління дозволяє покращити контроль над логістичними потоками.

3.4 Автоматизація процесів планування перевезень

Оскільки швидкість та точність планування перевезень є однією з основних цілей кожної компанії. Ручний ввід і оцінка даних диспетчерами стає не актуальним, ці процеси поступово замінюються автоматизованими системами, щоб досягти значних покращень у точності і швидкості прийняття рішень.

Автоматизація процесу планування перевезень включає в себе застосування спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу транспортних маршрутів, управління вантажопотоками, оптимального розподілу ресурсів і контролю за виконанням перевезень. Основна мета таких

систем – це створення ефективного, прозорого та зручного для користувача інтерфейсу для планування перевезень, а також забезпечення максимального контролю за логістичними операціями.

Однією з основних функцій автоматизованих систем є оптимізація маршрутів доставки, що включає в себе як вибір найбільш ефективного шляху, так і прогнозування потенційних затримок на маршруті, таких як затори або несприятливі погодні умови. Окрім того, автоматизація дозволяє здійснювати автоматичне формування різних документів, необхідних для перевезень, таких як накладні, маршрутні листи та інші супровідні документи, що значно полегшує роботу логістів та знижує кількість помилок, пов'язаних з людським фактором.

Застосування автоматизованих систем дозволяє суттєво покращити кілька важливих аспектів логістичних процесів:

По-перше, автоматизація допомагає зменшити витрати на логістику завдяки більш точному розрахунку витрат пального, скороченню часу в дорозі та зменшенню необхідної кількості транспортних одиниць.

По-друге, знижуються помилки в обробці даних, оскільки людський фактор практично виключається, що дозволяє зменшити ймовірність помилок у документації чи плануванні маршрутів.

По-третє, автоматизація дозволяє значно підвищити ефективність управління перевезеннями. Системи, які використовують GPS-навігацію і системи моніторингу, дають змогу точно стежити за виконанням плану перевезень, а в разі виникнення непередбачених ситуацій, таких як затори чи аварії, оперативно коригувати маршрути і мінімізувати затримки.

По-четверте, автоматизація дозволяє забезпечити більший рівень прозорості й зручності для клієнтів. Завдяки автоматичному прогнозуванню часу доставки, клієнти отримують більш точну інформацію про час прибуття товару, що покращує їх задоволеність і довіру до логістичної компанії.

Одним із найбільш ефективних способів автоматизації планування перевезень є використання систем управління транспортом (TMS – Transportation Management System). Це комплексне програмне забезпечення, яке інтегрується з

іншими складовими логістичної компанії і дозволяє автоматизувати такі процеси, як вибір оптимальних маршрутів, контроль за виконанням перевезень і управління транспортними ресурсами.

Штучний інтелект, що використовуються в деяких сучасних системах, дозволяють прогнозувати потенційні затримки і знаходити альтернативні рішення у разі виникнення проблем. Такі технології забезпечують значну економію часу і ресурсів, а також знижують витрати на логістичні операції.

Автоматизація планування перевезень є важливим етапом розвитку логістичних процесів і допомагає значно знизити витрати, підвищити точність планування та ефективність роботи транспорту. Вона також дозволяє оптимізувати використання ресурсів і зменшити ймовірність помилок через людський фактор, що в свою чергу підвищує рівень задоволення клієнтів. В майбутньому автоматизація може стати основою для ще більш складних і ефективних систем, здатних повністю трансформувати логістичну галузь.

3.5 Економічне обґрунтування впроваджених змін

Щоб підтвердити ефективність запропонованих змін, обґрунтуємо це економічно. Це дозволить побачити та оцінити потенціал інвестицій і визначити як зміни можуть вплинути на продуктивність та витрати логістичної системи підприємства. У випадку регіонального розподільчого центру, йдеться про оптимізацію маршрутної мережі, зменшення логістичних витрат, підвищення точності доставки та зниження витрат часу й ресурсів.

Оцінимо потенційні витрати [37]:

$$Co = Cсистема + Cнавчання + Cмодернізація \quad (6)$$

Щорічна економія [38]:

$$Ea = E\text{паливо} + E\text{зарплата} + E\text{простої} + E\text{оптимізація} \quad (7)$$

Чиста теперішня вартість (NPV) [39]:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{E_a}{(1+r)^t} - IC \quad (8)$$

де

NPV — чиста теперішня вартість, грн;

E_a — очікувані щорічні доходи або заощадження, грн/рік;

r — дисконтна ставка (коефіцієнт, частка від 1; наприклад, 15% = 0,15);

t — номер року, у якому очікується дохід або економія;

n — загальна тривалість проекту;

IC — початкові інвестиції (капіталовкладення), грн.

Внутрішня норма дохідності [40]:

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IC \quad (9)$$

де

IRR – внутрішня норма доходності, % або частка від 1.

Формула терміну окупності [41]:

$$PP = \frac{IC}{AR} \quad (10)$$

де

PP – термін окупності, роки;

IC – початкові інвестиції, грн;

AR – середньорічний добуток або заощадження від проекту, грн/рік.

Ефективність порівнюючи витрати [42]:

$$E = \frac{C_{\text{до}} - C_{\text{після}}}{C_{\text{до}}} \text{ x } 100\% \quad (11)$$

де

E – ефективність економії, %;

$C_{\text{до}}$ – витрати до впровадження змін, грн;

$C_{\text{після}}$ – витрати після впровадження змін, грн.

Приклад розрахунку:

Вартість впровадження TMS-системи:

Cсистема=80 000 грн,

Cнавчання =10 000 грн,

Cмодернізація =10 000 грн,

$$IC = 100\,000 \text{ грн}$$

Очікувана річна економія:

$$E_a = 50\,000 \text{ грн}$$

Термін окупності:

$$PP = \frac{100\,000}{50\,000} = 2 \text{ роки}$$

NPV при r = 10% на 3 роки:

$$NPV = \frac{50\,000}{1.1} + \frac{50\,000}{1.1^2} + \frac{50\,000}{1.1^3} - 100\,000 \approx 11908 \text{ грн}$$

$IRR \approx 15\%$, що свідчить про високу рентабельність.

ВИСНОВКИ

Під час виконання роботи розглянуто шляхи особливості організації логістичних процесів на прикладі регіонального розподільчого центру "Епіцентр". Було оцінено виклики і запропоновано шляхи оптимізації.

У розділі 1 роботи було вивчено загальну характеристику центру "Епіцентр", його інфраструктуру та основні транспортні маршрути. Що дало зрозуміти необхідність вдосконалення транспортної інфраструктури.

У розділі 2 було досліджено приклади ефективної організації перевезень в Європі. Завдяки цьому вдалося відштовхнутися від певних методів, які вже застосовувалися раніше, здебільшого в сфері автоматизації та певних інформаційних систем. Ці технології стали основою для подальших пропозицій які стосувалися удосконалення роботи "Епіцентру".

Пропозиції щодо оптимізації системи перевезень, викладені в розділі 3,

Такі як впровадження інтелектуальних транспортних систем, автоматизація перевезень. Було розглянуто шлях застосування використання цих рішень. Вони можуть суттєво підвищити ефективність роботи всіх логістичних процесів на підприємстві, знизити витрати на перевезення, зменшити час доставки. Крім того, автоматизація перевезень та використання сучасних інформаційних систем дозволяє значно скоротити людський фактор і зробити процеси більш прозорими та підконтрольними.

Економічне обґрунтування запропонованих змін показало, що інвестиції в модернізацію транспортної інфраструктури та впровадження новітніх технологій є доцільними. Передбачається, що впровадження запропонованих змін принесе значні вигоди, як у вигляді скорочення витрат, так і в підвищенні якості обслуговування клієнтів. Оцінка ефективності запропонованих рішень показала, що повернення інвестицій стане можливим вже через кілька років, при цьому підприємство отримає конкурентні переваги на ринку.

У результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що впровадження сучасних логістичних рішень та інтелектуальних систем управління транспортуванням дозволяє значно покращити ефективність перевезень та оптимізувати використання ресурсів.

Це означає підвищення конкурентоспроможності підприємства, збільшення рівня задоволення клієнтів та покращення фінансових результатів. Оскільки відбувається швидкий розвиток технологій то впровадження даних рішень буде ще більш актуальним у майбутньому.

Таким чином, виконане дослідження має значну практичну цінність для підприємств, які прагнуть до оптимізації своїх логістичних процесів та покращення якості обслуговування клієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація складу розподільчого центру мережі гіпермаркетів «Епіцентр» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://quantum-int.com/projects/rozpodilchij-tsentr-merezhi-gipermarketiv-epitsentr/ (дата звернення: 19.04.2025).
2. Балін В. Дефіцит водіїв – 30%, це 30 тисяч чоловіків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lading.ua/news/deficit-vodiyiv-30-30-tisyach-cholovikiv/ (дата звернення: 19.04.2025).
3. 1. Огляд змін в митному законодавстві України 2023 року: що нового? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dchgroup.com.ua/ukr/mytne-zakonodavstvo/ (дата звернення: 19.04.2025).
4. Цифровізація в логістиці: як працює «програмний мозок» складу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.letemsvetemapplem.eu/uk/2025/01/28/digitalizace-v-logistice-jak-funguje-softwarovy-mozek-skladu/ (дата звернення: 21.04.2025).
5. Дудар Т. Г. Основи логістики. Логістична концепція "Just-in-Time" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrtextbook.com/osnovi-logistiki-dudar-t-g/osnovi-logistiki-dudar-t-g-lopstichna-koncepciya-quot-just-in-time-quot-tochno-vchasno.html (дата звернення: 21.04.2025).
6. Зелений транспорт: особливості, переваги та його вплив на майбутнє [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.renovablesverdes.com/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82/ (дата звернення: 21.04.2025).
7. Оптимізація транспортної логістики вантажних перевезень [Електронний ресурс] // Матеріали конференції. – Режим доступу:

https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/303957 (дата звернення: 21.04.2025).

8. Amazon закриває ще більше складів через продовження політики зменшення витрат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://haski.ua/blog/logistic/amazon-zakryvaye-shhe-bilshe-skladiv-cherez-prodovzhennya-polityky-zmenshennya-vytrat (дата звернення: 21.04.2025).

9. Аналіз ринку вантажних перевезень (залізничний та автомобільний транспорт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-gruzovyh-perevozok-zheleznodorozhnyj-i-avtomobilnyj-transport-ukrainy-2021-1-pol-2022-goda (дата звернення: 21.04.2025).

10. Європейський економічний і соціальний комітет. **Intermodal transport and multimodal logistics – making modes complementary for greening transport (Own-initiative opinion)** [Електронний ресурс] // European Economic and Social Committee. – 2023. – Режим доступу: https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/intermodal-transport-and-multimodal-logistics-making-modes-complementary-greening-transport-own-initiative-opinion. – Назва з екрана.
11. **European Commission. Transport and the Green Deal** https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_en
12. Logistics Centers in Ukraine: Analysis of the Logistics Center in Lviv [Електронний ресурс] // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, Issue 21. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/7975 – Назва з екрана.
13. Укрлогістика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrlogistica.com/ – Назва з екрана
14. Товариство з обмеженою відповідальністю «Нова Пошта». Звіт про управління за 2023 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/Звіт%20про%20управління%202023.pdf – Назва з екрана.
15. Як уникати помилок у складських операціях? Стратегії, кейси та сучасні практики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://getsmart.com.ua/event/strategies-cases-and-modern-practices/ (дата звернення: 22.04.2025).

16. 11 простих кроків до впровадження WMS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://abmcloud.com/uk/11-prostih-krokiv-do-vprovadzhennya-wms/ (дата звернення: 22.04.2025).
17. Системи управління складом – ключ до ефективного управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ranktracker.com/uk/blog/warehouse-management-systems-key-to-efficient-warehouse-management/ (дата звернення: 22.04.2025).
18. Оптимізація транспортної логістики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://neolit.ua/ua/articles/optimizaciya-transportnoyi-logistiki/ (дата звернення: 22.04.2025).
19. **McKinsey**. AI-driven operations forecasting in data-light environments [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/ai-driven-operations-forecasting-in-data-light-environments (дата звернення: 22.04.2025).
20. Глава 13. Собівартість продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: FactorAcademy (дата звернення: 22.04.2025).
21. Логістичні витрати: класифікація та аналіз структури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/14275/logistika/logistichni_vitrati (дата звернення: 22.04.2025).
22. Аналіз логістичних витрат підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37915/132892.pdf?sequence=2 (дата звернення: 22.04.2025).
23. Оцінка ефективності управління логістичними витратами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%90%D0%A2/2020R/%D0%90%D0%A2_%D0%95%D0%90%D0%A2_Efektyvnist_lohistyky.pdf (дата звернення: 22.04.2025).
24. Підходи до управління логістичними витратами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/303953 (дата звернення: 22.04.2025).
25. **Бишевець Н.Г., Бишовець Н.М., Бойков А.І., Фуртат С.О.** Задача комівояжера як універсальний інструмент для оптимізації маршрутів // Вісник Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського.

– 2024. – №1. – С. 17. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/1_2024/part_1/17.pdf.

26. **Організаційний комітет** Паралельний наближений алгоритм розв'язання задачі оптимізації маршрутів транспортних засобів з часовими вікнами // Academia.edu. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.academia.edu/17576794.
27. **Транспортна задача. Математичне формулювання і алгоритм вирішення** // Studopedia.com.ua. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_228436_transportna-zadacha-matematichne-formulyuvannya-i-algoritm-virishennya.html.
28. **Факультет управління фінансами** Обмеження потужності транспортних засобів у математичних моделях логістики // Львівський національний університет імені Івана Франка. – 2019. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/ME-lektsiia-6.pdf.
29. Liu, Y., Yue, Z., Wang, Y., & Wang, H. (2023). Logistics Distribution Vehicle Routing Problem with Time Window under Pallet 3D Loading Constraint. *Sustainability*, 15(4), 3594. https://doi.org/10.3390/su15043594
30. Wang, Y., Li, X., & Zhang, H. A practical vehicle routing problem in small and medium cities for fuel consumption minimization [Електронний ресурс] // *Case Studies on Transport Policy*. – 2024. – Vol. 12, Issue 1. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277239092400026X – Назва з екрана.
31. DHL. Redesigning Global Supply Chain Operations [Електронний ресурс] // DHL. – Режим доступу: https://www.dhl.com/us-en/home/supply-chain/insights-and-trends/redesigning-global-supply-chain-operations.html. – Назва з екрана. – Дата звернення: 23 квітня 2025 р.
32. Williams, M. Amazon's warehouse robots could save it $10bn a year by 2030 [Електронний ресурс] / M. Williams // Financial Times. – 2023. – Режим доступу: https://www.ft.com/content/31ec6a78-97cf-47a2-b229-d63c44b81073. – Назва з екрана. – Дата звернення: 23 квітня 2025 р.
33. Wagner, H. M., & Whitin, T. M. (1958). *Dynamic Lot-Size Models*. Management Science, 4(1), 89–96. https://doi.org/10.1287/mnsc.4.1.89
34. Maersk. Implementing IoT for Real-Time Tracking in Global Logistics [Електронний ресурс] // Karwill Global. – Режим доступу: https://karwillglobal.com/2024/07/05/implementing-iot-for-real-time-tracking-in-global-logistics/ – Назва з екрана.

35. Wang, J. Mathematically Calculating the Transit Time of Cargo [Електронний ресурс] // The Hong Kong Polytechnic University Institutional Repository. – Режим доступу: https://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/98354/1/Wang_Mathematically_Calculating_Transit.pdf – Назва з екрана.
36. Land Transport Authority. Electronic Road Pricing (ERP) [Електронний ресурс] // OneMotoring. – Режим доступу: https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/driving/ERP.html. – Назва з екрана. – Дата звернення: 23 квітня 2025 р.
37. Котлер, Ф. *Основи маркетингу* / Ф. Котлер, Г. Армстронг ; пер. з англ. – К. : Вільямс, 2020. – 800 с
38. Балабанова, Л. В. *Логістика: підручник* / Л. В. Балабанова. – К. : Центр учбової літератури, 2019. – 352 с.
39. Yescombe, E. R. *Principles of Project Finance* / E. R. Yescombe. – 2nd ed. – Amsterdam : Academic Press, 2014. – 548 p.
40. Ross, S. A. *Fundamentals of Corporate Finance* / S. A. Ross, R. W. Westerfield, B. D. Jordan. – 12th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2019. – 1056 p.
41. Герасимчук, В. Г. *Економічне обґрунтування управлінських рішень* / В. Г. Герасимчук. – Х. : Факт, 2021. – 288 с.